BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

G. DEMENŸ

LES BASES SCIENTIFIQUES DE L'ÉDUCATION PHYSIQUE

LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN

BIBLIOTHÈQUE

SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

LES BASES SCIENTIFIQUES

DE

L'ÉDUCATION PHYSIQUE

PAR

G. DEMENŸ

Professeur du cours d'éducation physique de la Ville de Paris
Directeur du Cours supérieur de l'Université.



CINQUIÈME ÉDITION REVUE ET AUGMENTÉE

Avec 200 gravures dans le texte.

PARIS
LIBRAIRIE FÉLIX ALCAN
MAISONS FÉLIX ALCAN ET GUILLAUMIN RÉUNIES
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

1911

AUTRES OUVRAGES DE M. DEMENŸ

FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR

Mécanisme et éducation des mouvements, 4e édition. 1 vol. in-8° avec 568 gravures, cartonné à l'anglaise . . . . 9 fr.

Plan d'un enseignement supérieur d'éducation physique. Une brochure in-8° de 30 pages . . . . 1 fr.

Cours théorique et pratique d'éducation physique. En collaboration avec MM. le Dr PHILIPPE et P. RACINE. 2e édition revue et augmentée, 1 vol. in-8 avec 163 figures dans le texte et 8 planches hors-texte 4 fr.

Conférence du Conservatoire des Arts et Métiers sur la chronophotographie.

Nouveaux instruments d'anthropométrie. Une brochure avec figures.

L'éducation physique en Suède. Rapport sur une mission en Suède. Avec planches photographiées (*Société d'éditions scientifiques*).

Guide du maître chargé de l'enseignement des exercices physiques dans les écoles publiques et privées. 3e édition. Avec 289 figures (*Société d'éditions scientifiques.*)

Physiologie artistique. Album en collaboration avec M. le professeur MAREY (*Société d'éditions scientifiques*).

Physiologie des professions. *Le Violoniste.* 1 vol. in-12 (Maloine).

Recueil de danses gymnastiques (avec J. Sandoz). Avec description, figures et musiques (Vuibert et Nony).

Tableaux muraux d'enseignement relatif à l'éducation physique (Deyrolles).

Article gymnastique du Dictionnaire de pédagogie de M. BUISSON.

Etude sur les appareils chronophotographiques.

Les origines du cinématographe (Paulin).

Rapport du 1er Congrès international d'Education physique de 1900.

Education et Harmonie des mouvements appliquées à l'Education physique de la jeune fille, avec figures (*Librairie des Annales*).

POUR PARAITRE PROCHAINEMENT

La loi d'économie et sa réalisation dans la vie.

Evolution de l'éducation physique en France : l'ECOLE-FRANÇAISE. (Fournier).

AVANT-PROPOS

Imaginons la société humaine composée d'individus équilibrés, bons, intelligents et vigoureux, s'accordant entre eux pour diriger leurs forces vers le bien; chacun se préoccupant de son hygiène, pensant à son perfectionnement physique et moral, convaincu du bénéfice qu'il en peut tirer pour lui-même en s'évitant ainsi bien des misères, et pour ses descendants en leur léguant un heureux héritage destiné à s'accroître sans cesse, n'aurions-nous pas un idéal admirable qu'aucune religion basée sur la promesse des récompenses posthumes ne pourrait dépasser?

Une nation n'est forte que si ces vérités s'enseignent, si une éducation virile procure à chacun ses bienfaits, éléments indiscutables du bonheur. Dans les moments troublés où ces choses sont méconnues, où l'éducation est négligée ou faussée, on voit apparaître des maux terribles, sans remèdes, causant la perte d'une société.

Pour utiliser les animaux domestiques à notre profit, nous les soumettons à une sélection, à un élevage et à un dressage méthodiques, mais nous n'avons pas l'énergie de nous appliquer les mêmes moyens, assurés pourtant d'un résultat certain qui dépasserait même nos prévisions.

Il faudra encore de grands efforts pour entrer résolument dans cette voie; il faudra combattre bien des préjugés pour placer l'éducation et l'éducateur à leur place : en première ligne. La petitesse de notre entendement nous enlève le souci de l'avenir, nous ne sommes touchés que de nos misères actuelles, pressantes, nous cherchons à guérir nos maladies alors qu'elles

sont déclarées et devenues tares héréditaires, au lieu de les prévenir par une sage et forte éducation.

Ne nous plaignons pas si nous sommes les victimes de notre incurie, et si la recherche du plaisir dévié nous énerve et nous tue. Quelques individus isolés s'efforcent bien d'apporter un remède à ces maux, mais ils ne sont pas encore écoutés, leur voix est couverte par celle des exploiteurs de la sottise humaine qui vendent le plaisir sous toutes formes malsaines. C'est à l'Etat de susciter un mouvement de régénération au lieu de favoriser l'ivresse et le jeu, ces poisons de la volonté. L'initiative privée a échoué dans la majorité des cas. On tourne en effet dans un cercle vicieux dont il est difficile de sortir. Il faut établir des institutions privées d'éducation physique : mais où trouver des capitaux et quelle clientèle recruter ? Les capitalistes ne prêtent qu'à intérêt assuré, c'est une affaire qu'ils cherchent; dans l'espèce, elle n'est guère tentante à moins d'être un philanthrope; ainsi tous les capitaux s'en vont grossir l'armée du vice et favoriser la décadence. La clientèle, où la trouver, si ce n'est parmi les malades? La jeunesse retenue par la nécessité de la position sociale, fatiguée par un surmenage constant, ne viendra pas employer son temps et son activité dans des efforts sans autre sanction que le contentement intime.

Il faut le dire hautement, ces vérités n'ont pas encore pénétré dans les milieux scolaires officiels. Ceux-ci y sont totalement fermés et sont les étouffoirs de toutes les tentatives privées.

A l'exception peut-être des institutions congréganistes, on n'y considère que la culture intellectuelle, ou plutôt le gavage intellectuel, au lieu d'une éducation vraie, complète, intégrale.

Duruy voulait faire non pas des bacheliers, mais des hommes; il serait bon de rappeler ces paroles énergiques, sorties de la bouche d'un ministre de l'instruction publique, et de les répéter dans les assemblées chargées d'élaborer les programmes d'enseignement.

L'éducation intellectuelle a encore peu de bases psychologiques, mais l'éducation physique peut actuellement être établie sur les lois physiques et biologiques. Cette évolution est fatale, à moins qu'elle ne soit condamnée à rester indéfiniment entre les mains des empiriques.

Mais il n'en est rien ; nous avons pu, dans le dernier Congrès international, constater combien de savants et de philosophes s'entendent déjà sur des points essentiels et s'efforcent de constituer une doctrine avec les résultats de l'expérience et le secours de la méthode scientifique.

Il n'en a pas toujours été ainsi ; je me rappelle ma jeunesse passée dans un lycée de province. J'accomplissais jour par jour une tâche réglée par un programme ministériel. Bourrés de récitations classiques et d'exercices de grammaire, nous sortions abrutis, mes camarades et moi, des salles d'étude et nous cherchions par tous les moyens défendus à nous distraire de ces interminables séances.

Il y avait de vastes cours où nous nous promenions de long en large, par compagnies, discutant de nos devoirs sous les yeux d'un pauvre surveillant auquel nous ne faisions grâce d'aucune tracasserie.

Fatigué des rêveries et des abstractions, ayant besoin d'agir et de vivre, j'aimais à regarder les copies des chefs-d'œuvre de la statuaire antique qui ornaient la salle de dessin. Il y avait des moulages de formes humaines qui avaient traversé vingt siècles pour venir là se couvrir de poussière.

J'en regardais avidement les contours, je ne les comprenais point, je les comparais à mon torse, nu devant la glace du dortoir. Quelle différence et quelle pauvreté !

D'une constitution délicate, courbé sur les livres dès l'âge de trois ans, toute mon énergie était reléguée dans le visage et dans les yeux ; il y avait chez moi contraste si frappant entre la capacité cérébrale et la capacité corporelle que je me sentais victime d'une erreur.

Je me révoltais au fond de moi-même contre mes éducateurs et me plaignais de ce qu'on négligeât le corps pour tant demander au cerveau. J'en voulais presque à mes maîtres et les rendais responsables de ma faiblesse dont j'avais honte.

Que faisait-on pour nous fortifier ? On sortait une ou deux fois la semaine de sa prison, on se promenait, en rangs, sans liberté, musique en tête, comme des soldats, la tunique et le ceinturon serrés, flanqués de surveillants grincheux, chiens de garde de notre troupe qui ne laissaient échapper aucune faute au règlement.

Quelques têtes dépassaient la moyenne, quelques poitrines larges bombaient sous la tunique, c'étaient des fils de cultivateurs pleins de vigueur et de force qui se faisaient craindre et dont les mollets et les biceps donnaient envie. Ils en étaient fiers et à tout propos les gonflaient avec ostentation.

A la récréation, ces privilégiés escaladaient le mur de la cour et apparaissaient au faîte d'un mât avec un sourire de mépris pour la philosophie qu'on venait de marmotter à leurs oreilles.

Nous ne les suivions pas, nous contentant de les regarder à travers les fissures d'une porte se balancer à des cordages et prendre leurs ébats joyeux.

Ils revenaient la face enluminée, le front en sueur, les mains calleuses, les habits déchirés, mais gais et contents. Ils attendaient la classe pour se reposer de leurs fatigues, ils y dormaient au son monotone des récitations. Le professeur les laissait tranquilles, ils ne se réveillaient que pour la récréation.

Nous avions de terribles revanches. Le jour de la distribution des prix, ces forts étaient oubliés; leur nom était rayé des diverses matières des lettres et des sciences, mais ils remportaient le prix de gymnastique et un succès de fou rire; c'était notre petite vengeance. On admettait que pour obtenir ce prix, il fallait être nul en toute autre chose, être un parfait crétin.

Cependant, au dedans de moi-même, je pensais que je me laisserais bien volontiers huer pour posséder la poitrine et les bras de mon camarade; je ne comprenais pas la nécessité de séparer les qualités physiques des qualités intellectuelles, je rêvais au contraire pour moi la réunion de ces avantages.

Je n'étais certes pas seul à penser ainsi; mais que faire, comment se fortifier, à qui parler de cela, comment se renseigner et satisfaire ma curiosité à ce sujet?

Je m'adressai timidement au vieux sergent, ancien prévôt d'armes et de gymnastique qui donnait des leçons particulières aux amateurs, car la gymnastique n'était pas alors obligatoire. Il me toisa du regard, me fit sentir que ses secrets n'étaient pas faits pour moi. Afin de me convaincre, il me pria d'essayer quelques exercices, la pierre de touche des forts; il me porta sur les barres parallèles où je faisais, comme vous pensez, triste figure; il me hissa à une barre de trapèze où je me cramponnai quelques secondes et, convaincu de ma faiblesse radicale, je me

retirai piteux et tout meurtri. Ce fut ma première leçon de gymnastique.

J'abandonnai le portique pour retourner à mes livres, mais malgré moi ces pensées revenaient sans cesse à mon esprit et je ne pouvais admettre, tout faible que j'étais, qu'il n'y eût pas des moyens de sortir de cet état d'infériorité qui m'humiliait.

Je vins à Paris et me mis à fréquenter les gymnases et les cirques; je canotai; je trouvai auprès de Triat et de ses élèves quelques conseils et, en quelques années, je m'améliorai si bien que je devins d'une force moyenne.

C'était en 1876, les sociétés de gymnastique commençaient à se former; elles avaient peu de contact avec le public, qui ignorait ou ne comprenait pas leur but. Pleines de bonnes intentions, leur utilité ne ressortait pas clairement des moyens qu'elles employaient. Leur enseignement incertain était dirigé vers la chose la plus pressante : se montrer et attirer l'attention par des spectacles. On sacrifiait le fond même de la méthode à l'effet théâtral des ensembles au lieu de faire valoir et de rechercher les bienfaits que la jeunesse pouvait retirer de l'exercice.

Cependant, s'il y avait absence de méthode, une grande pensée dominait les sociétés de gymnastique : l'amour de la Patrie et le devoir d'être fort pour la défendre. Cette seule pensée suffisait à excuser les imperfections de leur système d'éducation, système qui peut d'ailleurs facilement s'améliorer.

Nos critiques à ce sujet sont bienveillantes, elles sont dictées par la sympathie que nous avons pour elles et notre foi dans l'avenir d'une méthode épurée par la science.

Je n'hésitai donc pas à entrer dans leurs rangs bien que, par nature, je répugne aux parades et aux cérémonies d'estrades; j'endossai le maillot et la vareuse pour marcher de compagnie, clairons en tête.

Ces divertissements ne me faisaient point oublier mon programme; mon désir devenait chaque jour plus impérieux de rechercher et de connaître les meilleures conditions de développement et de vigueur corporels pour en profiter et en faire profiter les autres.

Je suivis assidûment les cours de physiologie, d'anthropologie et de médecine, consignant, partout où je les rencontrais, des observations applicables à mon sujet.

Celles-ci étaient peu nombreuses, dispersées; je ne trouvai nulle part dans les études classiques françaises une synthèse qui pût être le point de départ d'une doctrine.

J'en parlais souvent aux amis que je recrutais dans les longues et bonnes heures passées à écouter les leçons des maîtres et j'échangeai avec eux des vues élevées sur l'application des sciences biologiques au perfectionnement humain.

Nous ébauchions des plans et formions le projet d'une école scientifique d'éducation où les procédés seraient justifiés par le but à atteindre. Nous ne nous doutions pas que cette tentative fût révolutionnaire, tant elle paraissait logique, et nous ne nous abusions point sur la difficulté et le temps qu'il faudrait pour triompher des préjugés alors enracinés.

Nous étions placés entre les praticiens étrangers à toute notion générale, à toute loi biologique, et entre les savants éloignés de toute pratique, qu'ils tenaient d'ailleurs en profond mépris.

Nous rêvions de rallier les deux activités; l'activité physique et l'activité intellectuelle, la pensée et l'action ne peuvent être fécondes que par leur pénétration intime.

Mon ami Emile Corra me donna l'aide de son talent et l'appui de ses profondes convictions; il m'encouragea à créer la première école, modeste sans doute, mais grande par l'idée à laquelle elle se rattachait. Cette école, appelée *Cercle de gymnastique rationnelle*, réunissait dans des cours théoriques et pratiques les professeurs désireux d'apprendre les éléments des sciences qui trouvent leur application à l'éducation physique.

Ces cours se continuèrent pendant six années, de 1880 à 1886. La ville de Paris leur accorda une subvention annuelle de 1.000 francs. Ils furent suivis par des médecins, des professeurs de gymnastique, des instituteurs, les élèves de l'École normale d'Auteuil et des amateurs de passage.

Suivant les besoins, nous en transportions le siège dans les mairies, dans les écoles, dans les sociétés de gymnastique, à l'École de Joinville-le-Pont.

Des expériences de mensuration nous permirent de faire nos premières recherches sur les effets de l'entraînement, et une leçon-type fut établie sur les bases de l'hygiène et de l'esthétique.

Dans des assemblées générales, ces résultats furent discutés. Là se rencontraient le Dr Dally, le Dr Laborde, le capitaine Bonnal, alors commandant l'École de gymnastique militaire de Joinville-le-Pont, et maintenant général en retraite; Triat, Paz et d'autres personnalités du monde gymnastique.

Le résumé de ces discussions fut publié dans un Bulletin[1] envoyé gratuitement aux instituteurs de la Seine.

On y trouve des travaux originaux d'un caractère scientifique[2] et des décisions adoptées depuis dans différents congrès de l'enseignement et de l'Union des Sociétés de gymnastique de France (Congrès de Reims, 1882).

Nous eûmes l'appui d'hommes éminents; Paul Bert et Jules Ferry concevaient comme nous la nécessité d'introduire la méthode scientifique dans l'éducation. Il y avait pour un éducateur doublé d'un physiologiste un plan d'études bien net et suffisamment vaste pour être le point de départ d'un art nouveau. Ces recherches devaient tendre à établir une pédagogie de l'éducation physique sur la connaissance des effets des mouvements en vue du perfectionnement de l'homme. Cette méthode aurait son retentissement dans l'éducation intellectuelle.

Nous ne prétendions pas réaliser un plan aussi étendu; de tels travaux demandent les efforts de plusieurs générations.

Nous avions besoin d'être secondé. Paul Bert nous présenta à M. le professeur Marey, bien connu par ses applications des procédés des sciences exactes à la biologie.

L'auteur de *La Machine animale* et de la *Méthode graphique* nous attirait, nous avions avec lui une communion de tendances qui créait une véritable sympathie.

Nous reçûmes du maître un accueil bienveillant, et nous eûmes le plaisir de tomber d'accord avec lui. Après un échange de vues et d'idées, nous établîmes un programme d'études qui

1. L'Éducation physique, *Bulletin d'anthropotechnie du Cercle de gymnastique rationnelle*, 1880 à 1886.

2. *Résumé de cours théoriques sur l'éducation physique*, par Georges Demeny. 1880-1886.

servit d'introduction à des demandes de subvention adressées à la Ville de Paris et à l'État.

Ces concours devaient permettre de créer un laboratoire de recherches spécialement affecté *à l'étude des effets de l'entraînement chez l'homme et à rechercher les lois de la meilleure utilisation de la force musculaire.*

Fortement appuyée par M. de Hérédia, président du Conseil municipal, et présentée par M. le Dr Levraud, rapporteur de la 4e commission, cette demande fut accueillie en 1881, et une somme de 10.000 francs fut accordée[1] pour installer une piste circulaire de 500 mètres ; une subvention annuelle de 12.000 francs fut également votée pour frais d'expériences.

Je fus chargé par M. Marey, absent de Paris, de régler et de surveiller les premiers travaux d'installation du laboratoire, qui prit le nom de *Station physiologique.*

Cette station consista d'abord en une simple baraque en planches destinée à abriter les appareils et un écran noir pour les premières expériences de chronophotographie. J'y travaillai pendant deux ans et, grâce à Jules Ferry, une demande de crédit fut accordée par la Chambre des députés. Il est intéressant de lire le compte rendu de la discussion qui s'éleva à ce sujet dans la séance du 28 juillet 1882. Cela est édifiant pour connaître l'état des esprits à ce moment.

Je m'entendis avec M. Ziegler et M. Sansbœuf, architectes, tous deux désignés par leur dévouement à la cause de l'éducation physique et leurs connaissances techniques. Les travaux commencés en 1882 furent terminés en 1883, et quand M. Marey revint de Naples, il put prendre possession de son laboratoire prêt à fonctionner.

Un arrêté ministériel du 30 octobre 1882 me nommait préparateur de la Station physiologique. Ma voie était tracée, et peu d'hommes ont eu le bonheur de réaliser une idée philosophique avec l'aide puissante que je trouvais ou croyais trouver alors.

Je ne perdis pas de temps, impatient de cueillir des résultats, employant les procédés de la chronophotographie et de la méthode graphique imaginés par M. Marey, les perfection-

1. Séance du Conseil municipal du 21 décembre 1881.

nant et les adaptant aux recherches spéciales, me livrant moi-même à l'exercice pour servir de sujet d'expérience. J'avais à ma disposition les membres du Cercle de gymnastique rationnelle, les moniteurs de l'armée et des sociétés de gymnastique, les athlètes que nous requérions dans les cirques, voire même dans les lieux publics. Les hôpitaux nous envoyaient des sujets pathologiques; nous avions enfin tous les éléments possibles de travail.

Je poursuivis pendant quatorze années mes travaux sur la locomotion humaine et je contribuai à la création d'un arsenal de recherches[1]. Je traçai le plan d'un manuel de gymnastique pour les écoles, manuel qui parut en 1891 sous les auspices du ministère de l'Instruction publique[2]; plusieurs missions en Belgique et en Suède m'avaient été accordées et m'avaient permis d'étendre mes connaissances sur l'éducation.

Mais des difficultés imprévues surgirent et je dus demander à la Ville de Paris l'appui que me refusait l'État[3]. Une commission municipale chargée de reviser les programmes fut nommée en 1891 ; mon rapport sur la gymnastique fut joint à celui de M. Paschal Grousset sur les jeux scolaires et, par l'initiative de M. Vaillant, il fut créé à la Ville de Paris un cours d'éducation physique, le premier de ce genre. Ce cours, rattaché au budget de la gymnastique, est professé depuis 1891; il n'a pas de caractère officiel; il est destiné à préparer les esprits à des réformes qui s'imposent et ne tarderont pas à être acceptées.

Depuis cette époque, les travaux originaux sur l'éducation physique se sont multipliés, le champ de recherches s'est étendu. Les études de Mosso, de Tissié, de Lagrange, sur la fatigue; les ouvrages suédois et américains; les divers congrès; les publications de Binet, de Féré et ses collaborateurs, sur la psychologie physiologique ; de Ribot, sur la volonté, et de bien d'autres encore, vont hâter l'évolution de la synthèse des connaissances scientifiques nécessaires pour établir l'éducation sur des bases naturelles. M. le ministre de la Guerre a pris l'ini-

1. *Comptes rendus de l'Académie des sciences.*

2. *Manuel de gymnastique et de jeux scolaires du ministère de l'Instruction publique.*

3. Voir Demeny : *Les origines du cinématographe.*

tiative d'une réforme dans l'armée, réforme profonde où l'officier devient de plus en plus un éducateur et où la méthode d'éducation tend à être d'accord avec les lois naturelles[1].

Ayant eu l'honneur de collaborer à cette réforme, nous avons été chargé d'un cours régulier aux officiers-élèves de l'École de Joinville-le-Pont.

Nous espérons que l'État prendra en considération ces efforts et finira enfin par créer une direction civile et un enseignement officiel de l'éducation physique. Nous nous bornons aujourd'hui à présenter au public le résumé des leçons que nous avons professées depuis 1891 à la Ville de Paris. La matière de ce cours est construite avec la synthèse des connaissances scientifiques élémentaires qu'un éducateur digne de ce nom doit connaître. Nous avons emprunté aux différentes sciences ce qui peut éclairer et expliquer le perfectionnement physique; c'est dire que tout a été rapporté à l'homme, l'objet de nos préoccupations. Ce plan est logique, mais il peut être chaque jour augmenté au fur et à mesure des connaissances nouvelles[2].

Il est simple dans ses grandes lignes et précis par les rapports presque mathématiques de ses différents éléments. Je n'ai pas cru devoir conclure par une pédagogie de l'éducation physique. Cette pédagogie sera la conséquence de la diffusion des connaissances scientifiques parmi les praticiens. On voit se dessiner ce mouvement dans les différents congrès internationaux et ce sera l'œuvre des commissions de chaque pays d'établir la pédagogie de leur enseignement sur les bases fixes des sciences biologiques.

1. *Manuel de gymnastique militaire*, 1902.

2. Depuis que ces lignes ont été écrites, le ministre de l'Instruction publique sur les instances de l'Union des Sociétés de gymnastique de France et grâce à l'influence de son président, M. Charles Cazalet a inauguré le Cours supérieur d'éducation physique qui fonctionne depuis six années. A ce cours sont appelés par voie d'examen les professeurs de gymnastique en fonction dans les Collèges et Lycées les instituteurs et ceux qui se destinent à l'enseignement de la gymnastique.

Par arrêté du 12 janvier 1908, paru au *Journal officiel* du 16 janvier, un diplôme supérieur ou certificat d'aptitude à l'enseignement de la gymnastique (degré supérieur) est institué, ce diplôme est exigé des professeurs de l'Université pour enseigner dans les lycées et collèges; le cours supérieur prépare les candidats à ce nouvel examen.

3. G. Demeny, *Plan d'un enseignement supérieur de l'Éducation physique*, Paris, F. Alcan, 1899.

Je remercie ceux qui, de près ou de loin, se sont intéressés à ces études et m'ont encouragé dans ces arides travaux. J'espère que mes élèves propageront dans leurs milieux les vérités acquises. Malgré les difficultés que j'entrevois encore, j'ai foi dans l'avenir, j'espère la réalisation du perfectionnement de notre nature, cet idéal que beaucoup ont rêvé et désiré comme moi.

J'ai cherché à préciser des idées vagues, à mettre de l'ordre dans ce qui semblait un chaos et à remplacer l'inquiétude et le doute, fruits de l'ignorance, par la stabilité et la confiance dues à la conviction assise sur la vérité.

Pour abandonner à jamais les excitations anormales qui usent le corps et avilissent l'âme, il suffit d'avoir goûté les joies intenses de la santé, les plaisirs sains de l'exercice corporel ; d'avoir connu la satisfaction particulière résultant d'efforts personnels vers la vigueur.

L'éducation physique contribue aussi à l'amélioration morale de la jeunesse si on habitue celle-ci à mettre sa force au service du droit et de la raison. Cette influence si importante ne doit pas échapper à ceux qui ont charge de l'avenir.

Ces leçons renferment bien des lacunes, elles pourront cependant guider les professeurs en leur épargnant des recherches et la fatigue de longues méditations.

C'est surtout pour eux que nous les avons rédigées ; notre ambition serait de les voir augmentées et continuées après nous.

Ce volume est du reste le premier d'une série où seront traités particulièrement le mécanisme et l'éducation des mouvements et la pédagogie.

Georges Demeny.

LES BASES SCIENTIFIQUES
DE L'ÉDUCATION PHYSIQUE

PREMIÈRE PARTIE

GÉNÉRALITÉS

CHAPITRE PREMIER

ROLE SOCIAL DE L'ÉDUCATION

L'Éducation physique s'adresse a tous, aux faibles surtout. — Il ne faut pas restreindre, comme on le fait trop souvent, l'éducation physique à de simples pratiques athlétiques. Celles-ci sont plutôt destinées à utiliser les forces qu'à les acquérir.

Les résultats extraordinaires auxquels atteignent certains sujets d'élite frappent l'imagination, on admire le développement musculaire excessif, l'adresse et l'audace poussées jusqu'à la témérité. Mais on oublie que c'est là une exception.

Sans prétendre à de tels avantages physiques, tous peuvent s'améliorer et sortir d'un état déplorable d'infériorité sous ce rapport.

Le faible est timide, très chatouilleux sur les questions d'amour-propre, il ne faut pas le décourager, mais au contraire l'attirer vers l'exercice dont il a tant besoin. Il doit être l'objet de l'attention bienveillante de l'éducateur soucieux de la prospérité et de l'avenir de son pays. Les faibles sont en majorité. Il est urgent de relever le niveau moyen d'une nation au lieu de chercher à produire quelques sujets hors pair. Il faut être d'accord sur ce point.

L'éducation physique, ce n'est point l'athlétisme, ce n'est pas

la recherche de la force pour la force; son but est plus élevé, il touche à la puissance même d'un peuple en tant que source d'énergie et producteur de travail.

Chacun devrait avoir des connaissances élémentaires sur cet objet et s'assujettir aux règles de l'hygiène comme aux règles de la morale avec la conviction que c'est là le moyen de trouver le bonheur, l'indépendance et le succès.

Tous désirent la santé, convoitent une longue et verte vieillesse; personne n'y peut prétendre sans s'astreindre à un régime convenable. L'organisme humain a ses exigences, la vie a ses lois. La sagesse est de ne point vouloir s'y soustraire, on est forcément vaincu dans la lutte contre les lois naturelles.

Chaque jour l'occasion se présente de tirer parti des avantages d'une bonne éducation physique. Ce n'est pas en vue de concours athlétiques ni de spectacles acrobatiques qu'il faut s'exercer; la lutte pour la vie est assez âpre, nos forces nous trahissent trop souvent pour que nous sentions la nécessité de nous préparer à l'effort.

Jeune ou vieux, faible ou fort, nous devons toujours entretenir nos forces pour ne pas les perdre; l'exercice doit faire partie intégrante de notre vie et passer à l'état de besoin comme celui de manger, de boire et de dormir.

L'application militaire est une spécialisation facile et toute naturelle; il n'est pas indispensable de passer de longues années sous les armes, si, rentré dans son foyer chacun de nous continue à s'exercer et à s'entraîner de façon à être toujours prêt à la lutte.

Les différences entre les hommes proviennent de leur manière de vivre. — Il n'est pas nécessaire d'être un observateur bien profond pour apercevoir entre les hommes des différences sensibles.

La taille, la grosseur, les proportions des différentes parties du corps, l'attitude et la démarche, la vivacité et la lenteur des mouvements, les traits du visage, les expressions de la physionomie, la coloration des pigments sont visiblement différents.

A côté de ces différences extérieures, il y en a de cachées, de plus profondes constituant la partie intime de l'individu.

Dans l'ordre physique, l'activité, la force, la vigueur, la santé, la résistance à la fatigue et aux causes morbides, l'habileté

manuelle et l'adresse corporelle ; dans l'ordre psychique, la sensibilité, l'acuité des sens, la puissance de la pensée, du jugement et de l'imagination, le sens esthétique ; la force morale, la volonté et le courage sont aussi choses sujettes à variations et susceptibles de perfectionnement.

Les lois de l'hérédité sont assez obscures ; il nous est parfois difficile d'établir la filiation d'un caractère nouveau que nous voyons apparaître chez un sujet, mais il est souvent des cas où nous parvenons à saisir la raison des variations individuelles et à établir les rapports de cause à effet.

Des recherches de ce genre ont été faites d'une façon suivie chez les animaux. Elles ont pu l'être parce que les animaux sont nos esclaves, nous les manions en maîtres, nous les plaçons à notre gré dans des conditions nouvelles, nous pouvons suivre pendant plusieurs générations l'influence des milieux, nous accumulons les effets des plus petites causes ; nous obtenons des résultats sensibles et nous arrivons ainsi à modifier l'animal à notre profit.

Chez l'homme peu d'observations suivies ont été faites dans ce sens. Les préjugés nous arrêtent dans cette voie, notre vanité et notre orgueil se révoltent à l'idée de nous assimiler à des animaux et nous avons bien du mal à nous soumettre à des expériences de longue haleine, même en vue de notre perfectionnement.

Par expériences suivies nous entendons parler d'expériences faites avec la méthode scientifique dans des conditions déterminées, avec un contrôle sérieux des résultats, nous ne considérons pas comme telles les simples constats sans précision faits dans les records ou dans les concours athlétiques.

Les causes des différences existant entre les hommes d'une même race sont évidemment dues à l'influence des agents extérieurs et au genre spécial d'activité de chacun.

Les variations constituent parfois un bénéfice acquis pour l'individu, mais elles peuvent être aussi un indice de déchéance.

Les métiers laissent leur empreinte reconnaissable chez tous les travailleurs. Les passions dominantes laissent leur trace dans le geste et la physionomie.

Les artisans d'une même profession forment une même famille ayant ses caractères propres, ils se ressemblent et se

reconnaissent. L'homme a varié depuis les temps préhistoriques ; parasite rivé pour toujours à sa planète, il a subi l'influence du milieu naturel imposé et celle du milieu factice qu'il s'est créé par ses habitudes, ses préjugés, ses vices et son ignorance.

L'homme varie encore dans les temps historiques ; fort et beau dans l'antiquité à Rome et à Athènes où il est toujours entraîné à la lutte ; il dégénère quand le fanatisme religieux lui enseigne à mépriser le corps, à le sacrifier à l'âme, élan superbe de notre nature mais incompatible avec les lois de la vie.

Les temps modernes indifférents et sceptiques demandent à l'industrie un bien-être qui nous éloigne de plus en plus des conditions normales et naturelles ; l'activité cérébrale s'exagère aux dépens de l'activité musculaire et des maladies apparaissent, conséquence du surmenage nerveux et de la faiblesse de notre pouvoir réparateur.

L'espèce humaine n'est donc pas immuable ; si l'individu nous semble fixe, cela tient à nos sens trop imparfaits pour constater de faibles variations et aussi à notre vie trop courte pour que ces petites variations aient eu le temps de s'accumuler et de devenir apparentes. Il nous faut alors échelonner dans la suite des temps des observations continues ; il nous faut des chercheurs qui se succèdent, des sentinelles qui se remplacent quand elles tombent et transmettent à leurs successeurs la suite toujours inachevée de leurs travaux.

A côté de ces études délicates il y a des faits grossiers qui n'échappent à personne :

On distingue facilement un athlète d'un bureaucrate, on reconnaît un écuyer d'un tailleur à leur démarche. Le cordonnier a le sternum déformé à sa base. Les apophyses osseuses et les insertions des muscles sont plus développées chez les sujets à muscles puissants, capables d'efforts intenses que chez l'enfant, la femme et l'homme sédentaire.

L'équitation pratiquée dans la première jeunesse arque les fémurs. Les attitudes professionnelles, les mauvaises attitudes scolaires déforment le corps. Tout le monde a remarqué les mollets des danseurs, les biceps des boulangers, les cuisses des cavaliers, les malformations de la main chez les tanneurs et les tailleurs de pierre.

Les femmes renversent la forme du thorax qui devrait être étroit en haut et large en bas et trouvent beau de se serrer la taille avec des ceintures et des corsets.

Les chaussures étroites détruisent la fonction primitive du pied et le réduisent à un moignon dont les orteils sont rabougris et atrophiés.

Il y a une asymétrie constante de la partie droite et de la partie gauche du corps. Le squelette humain porte son âge marqué sur ses différents éléments, il porte les traces des mouvements et la marque des efforts spéciaux répétés pendant la vie; le vieillard se reconnaît dans ses traits, dans sa forme et dans ses mouvements.

Les différences sont régies par la loi d'adaptation des organes a leurs fonctions. — Les différences entre les individus sont la conséquence du rapport intime entre la fonction et l'organe qui le produit. Les organes se modifient quand la fonction se modifie; les limites de ces modifications sont à déterminer, mais elles existent et sont bien connues dans certains cas. Les plus tangibles et les plus faciles à produire sont celles du système musculaire; il y en a d'autres, le muscle lui-même est sous la dépendance des centres nerveux, et l'organisme entier obéit à la loi du plaisir et du moindre effort.

La transmission des caractères saillants des individus par voie héréditaire constitue le propre d'une race; la fixité de ces caractères n'est peut-être pas absolue, mais elle est assez durable pour qu'il résulte des différences bien tranchées entre les peuples et pour constituer des sectes.

Influence des habitudes héréditaires. — La noblesse ancienne mettait sa gloire à briller par les qualités viriles et chevaleresques; elle se soumettait à une éducation forte et recherchait ses alliances parmi les sujets de même rang et de même valeur. Il y avait des principes qui assuraient la transmission de ces qualités. Aussi, tant que chevaliers et seigneurs s'entraînèrent aux combats et luttèrent pour de grandes causes, ils formèrent l'élite de la nation.

Il n'en fut plus de même lorsque cette vie active et ardente fut remplacée chez les descendants par une vie de plaisir et d'oisiveté.

La valeur réelle de l'individu fit place à des préjugés de caste et à des privilèges injustes destinés à en masquer l'impuissance.

Le plus grand malheur qui puisse arriver à un homme au point de vue de son perfectionnement, c'est d'être, dans sa jeunesse, en possession des privilèges de la fortune : celle-ci supprime chez lui toute nécessité de lutte, d'effort, et le maintient en tutelle, presque en esclavage.

Lorsque cette tutelle vient à manquer, on constate l'état d'infériorité et d'impuissance de ces êtres privilégiés destinés à disparaître à cause de leur incapacité.

La bourgeoisie timorée préfère pour ses enfants les situations médiocres, mais garanties par l'État, aux aléas de l'initiative privée.

Ce besoin de tutelle est une véritable maladie, il est incompatible avec l'état de liberté, on le voit pénétrer dans les campagnes où le paysan rêve pour son fils l'existence factice des grandes villes, alors qu'il a sous la main les vrais biens naturels.

Toutes ces erreurs auront pour notre race les conséquences les plus graves.

C'est l'effort qui nous améliore physiquement et moralement ; l'effort est une condition de notre développement. Le travail est la source du bonheur et de la vertu, tandis que l'oisiveté engendre tous les vices ; le plaisir tue plus de gens que le travail.

On se demande quelquefois si la guerre n'est pas une nécessité et un bien relatif quand on voit les maux engendrés durant les longues périodes de paix où le bien-être et la mollesse enlèvent à l'homme son énergie et amoindrissent son caractère.

Il y a des circonstances qui favorisent l'épanouissement de la race humaine et d'autres qui la dégradent. — Mais tout travail n'est pas sain, tout effort n'est pas réconfortant ; les artisans de la pensée et les artisans manuels subissent des effets bien différents suivant le genre de travail spécial imposé par leur métier ; nous préciserons ce point essentiel, mais nous pouvons déjà conclure qu'il existe des circonstances favorisant l'épa-

nouissement de l'organisme humain et d'autres, au contraire, qui dégradent l'individu et la race entière.

Différences entre deux hommes, l'un entrainé, l'autre étranger aux exercices du corps. — Déjà chez deux hommes restés, l'un étranger à tout perfectionnement physique, l'autre un adepte persévérant de l'exercice, on voit apparaître des modifications si profondes que l'on se croirait en présence de deux êtres différents.

Chez celui resté en dehors de tout entraînement se sont accumulés les effets malsains de la vie sédentaire. Des habitudes de mollesse l'envahissent, la volonté s'émousse, de là une difficulté de plus en plus grande d'agir.

Ralentissement des fonctions organiques. — Le repos devient l'état normal, les fonctions s'y accommodent; leur activité décroît, la circulation se ralentit, les mouvements respiratoires diminuent d'amplitude, la capacité respiratoire tombe à un minimum, les échanges nutritifs sont faibles; la peau est froide et pâle, ou rouge et couperosée, des malaises surviennent surtout après les repas, l'équilibre de l'assimilation et de la désassimilation est rompu et la maladie est proche. Les fonctions cérébrales s'exaltent, l'excitabilité nerveuse apparaît avec l'insomnie, de là un état constant de fatigue qui laisse sa trace dans le caractère et dans les productions de l'esprit.

Laideur des formes. — La conformation extérieure du corps est caractéristique, les formes sont arrondies, presque féminines, à cause de la présence de la graisse, ou bien elles sont anguleuses à cause de la maigreur et de l'atrophie générale des muscles. Les membres inférieurs trouvent encore dans la marche l'occasion de s'exercer, mais les bras, dans une inactivité totale, sont grêles et jurent avec le développement relativement plus grand des jambes.

L'épaule est affaissée, le moignon de l'épaule anguleux et porté en avant, le thorax aplati, un vide remplace la saillie des pectoraux ; les omoplates mal fixées au thorax font saillie sous la peau en forme d'ailes.

Le dos est plat ou voûté, ses lignes latérales sont parallèles, le tronc a la forme d'un cylindre. La pesanteur courbe la colonne vertébrale, et le tout s'ankylose avec l'âge. Une raideur anticipée s'étend aux articulations des membres; l'abdomen est saillant, les parois en sont flasques, et la cambrure lombaire est exagérée.

Maladresse. — Le sujet non éduqué se reconnaît à la maladresse et au manque de sûreté de ses mouvements. S'il marche, court ou saute, il fait des contractions inutiles ; il ne sait pas économiser ses forces et n'en connaît pas la mesure ; aussi n'a-t-il aucune résistance à la fatigue. S'il entre dans un gymnase, il se jette sur le plus gros haltère ; s'il veut grimper à la force des bras, il se débat désespérément, fait des mouvements désordonnés, avec grimaces et contorsions ; il gaspille son énergie pour n'aboutir à aucun résultat utile. Même désordre dans la respiration et la circulation : de là essoufflement, palpitations, vertiges et impossibilité de continuer un travail soutenu.

Ces faits se présentent pour tout exercice nouveau, le sentiment de sa maladresse lui ôte le sang-froid et la confiance devant le danger, et il risque de s'abandonner à des actes désespérés qui peuvent lui coûter la vie.

Nécessité d'une activité constante. Beauté corporelle. — Au contraire, le sujet bien éduqué physiquement est toujours prêt à agir, l'activité habituelle étend sa vie de relation, ses fonctions s'accomplissent avec énergie ; leur harmonie a pour conséquence le maintien de la vigueur et de la santé. Les muscles sont apparents et bien développés, la peau est colorée, les contusions n'y laissent pas de traces. La forme générale est belle, l'attitude dénote la vigueur. L'épaule est large et charnue, la poitrine ouverte garnie de pectoraux saillants, le dos s'élargit de la taille à l'épaule, la ligne vertébrale est au fond d'un sillon creusé dans la masse musculaire ; les courbures du rachis sont peu accusées, les mouvements respiratoires sont larges.

L'abdomen est concave, les parois en sont épaisses et charnues, la taille est fine et souple.

Utilisation des qualités physiques dans la vie. — L'homme

bien éduqué physiquement se reconnaît à la précision et à la sûreté de ses mouvements ; les plus énergiques semblent lui être faciles. Sa démarche et ses allures sont assurées et rapides ; il sait parer à une chute imprévue et en atténuer les inconvénients. Il connaît ses forces, sait les appliquer, surtout les ménager. Il est résistant à la fatigue parce qu'il est maître de ses organes.

Dans l'atelier, dans le gymnase, partout il se distingue par ces qualités auxquelles il peut devoir la vie ou le succès dans la lutte pour l'existence.

Une sensation générale de bien-être, inconnue de ceux qui n'ont jamais pratiqué assidûment les exercices du corps, retentit sur son activité cérébrale.

Les productions intellectuelles sont peut-être moins sujettes aux égarements de la rêverie ; elles sont pondérées et d'une portée plus pratique.

Influence morale. — L'homme qui aime l'exercice finit tôt ou tard par concevoir une horreur instinctive de la débauche dans laquelle il sent sombrer ses forces. Il lui préfère des habitudes viriles qui améliorent et assurent la santé ; ainsi il se moralise, il est disposé à rendre à la société une grande somme de services et à perpétuer ses qualités dans ses descendants ; finalement, il contribue par des moyens réellement efficaces et dans la mesure de ses forces au relèvement et à la grandeur de la patrie.

Nécessité de l'éducation physique. Son rôle social. — Pour éviter le gaspillage de notre activité et de nos forces, il faut une éducation. Elle est nécessaire aussi bien pour former les athlètes que pour améliorer les faibles.

L'individu livré à lui-même peut quelquefois trouver les conditions favorables à son développement, mais le plus souvent il végète, il ne peut surmonter les obstacles et les entraves qu'il rencontre et n'atteint pas le degré d'épanouissement complet de sa nature.

L'effet bienfaisant de l'éducation ne cesse pas avec nous ; nos descendants héritent de nos qualités physiques ; il faut avoir souci du patrimoine que nous leur laissons ; l'État doit pour ces raisons s'occuper de l'éducation de la jeunesse.

L'excès de civilisation est néfaste a la race. — C'est même une nécessité impérieuse dans la période actuelle de la civilisation. Les statistiques montrent que l'excès de civilisation est plus nuisible qu'utile au développement de l'humanité.

En France, le quart des enfants qui naissent est mort à 3 ans, il n'en reste plus que la moitié à 41 ans, le quart à 68 ans. A Paris, la moitié sont morts à 21 ans, il en reste le tiers à 46 ans.

Les maladies de dégénérescence, la diminution de la taille, la stérilité, le nombre des crimes et délits, la folie ont souvent pour cause une mauvaise hygiène, une mauvaise éducation physique.

La division du travail crée les métiers spéciaux et place l'ouvrier dans des conditions déplorables. A l'état naturel au contraire, pour satisfaire ses besoins, il faut à l'homme un exercice constant des organes de la vie de relation ; cet exercice fortifie et affine les fonctions correspondantes.

Les vices de l'âme tiennent beaucoup aux vices du corps et la faiblesse physique engendre la faiblesse morale. « Plus le corps est faible, plus il commande ; plus il est fort, plus il obéit ; un bon serviteur doit être robuste. Toutes les passions sensuelles logent dans des corps efféminés ; ils s'en irritent d'autant plus qu'ils peuvent moins les satisfaire. » (Rousseau.)

La moyenne de la vigueur diminue par la conservation des faibles. — Quelques auteurs vont même jusqu'à accuser le développement de la thérapeutique d'être pour beaucoup dans l'affaiblissement de la race.

« Le grand nombre des médecins est un des signes de la décadence des peuples ; ils sont comme les plantes parasites qui vivent aux dépens des vieux arbres ; tandis que les peuples robustes de corps et d'esprit savent s'en passer [1]. »

La vigueur n'est certes jamais le résultat des médicaments ; si la science médicale arrive à prolonger l'existence des êtres débiles et leur permet de se marier, le résultat sera une diminution dans la moyenne de la vigueur, et la race issue de pareils accouplements n'a pas de raisons pour s'améliorer.

On ne peut accuser la médecine d'être coupable en obéissant

1. Dr V. Maquel, *Perfectionnement ou dégénération physique et morale de l'espèce humaine*, Paris, 1860.

à un sentiment de charité, on ne peut d'autre part supprimer les enfants anormaux ou les faibles comme cela se faisait à Sparte.

Il faut chercher à en relever la condition physique.

Il ne faut rien laisser au hasard ; savoir pour prévoir afin de pourvoir (A. Comte), voilà la sagesse.

L'ÉDUCATION DÉVELOPPE LES ÉNERGIES LATENTES. — L'éducation ne crée pas d'éléments nouveaux, elle développe les qualités latentes, atténue les exagérations, fortifie les parties faibles, équilibre en un mot les fonctions de la vie et fait évoluer l'individu vers un idéal déterminé, vers un état meilleur et plus parfait.

L'éducateur prévoit les dangers que court l'enfant dont on connaît la nature et les parents, il indique les meilleures conditions pour éviter les maladies dont il est menacé. Si le résultat n'est pas toujours complet chez un être ayant des tares héréditaires, on peut néanmoins neutraliser l'influence de celles-ci, améliorer sa descendance et, si l'on persiste de génération en génération, créer un type qui diffère totalement de ses parents primitifs.

L'ÉTAT A CHARGE DE LA DIRECTION DE LA JEUNESSE. — Notre devoir est donc de donner à nos enfants la nourriture complète du corps ; il ne faut pas nous exposer à ce qu'ils nous reprochent un jour d'être privés, par notre négligence, de la santé et de la force auxquelles ils ont droit.

La valeur d'un homme se mesure à la part qu'il prend dans la réalisation du progrès social. L'homme est d'autant plus parfait qu'il est un plus grand producteur de travail utile, mais la société ne peut exiger du travailleur une somme de travail qui dépasse ses forces. C'est en donnant à chacun le plus de vigueur physique possible qu'on peut augmenter le rendement total en travail utile et contribuer ainsi à la marche du progrès.

L'éducation ne relève pas seulement la vigueur et les forces, elle les règle, les discipline et en empêche la dispersion et le gaspillage.

Il est peu intéressant d'être vigoureux si l'on emploie son

énergie mal à propos et si le travail ou la dépense de forces ne laisse pas des résultats utiles, ne produit pas de fruits. L'augment de rendement doit consister dans la contribution de chacun à une plus grande part dans la somme de bien général grâce à une utilisation meilleure de l'énergie humaine.

Notre bonheur tient en grande partie à notre vigueur physique, à la quantité d'activité dont nous sommes capables et à la direction de notre activité. Nous sommes malheureux parce que nous sommes faibles, nous nous abandonnons à nos caprices et à nos passions; l'oisiveté engendre l'excitabilité, source de dispersion et d'indécision. Les plus grands plaisirs viennent au contraire de la vigueur morale et de la santé. Ni les sermons ni les punitions dont on nous accable à l'école ne peuvent nous en convaincre; il faut créer de nouvelles habitudes, établir de nouvelles mœurs.

Il y a avantage au point de vue économique a développer les institutions relatives a l'éducation physique. — Chacun de nous ne peut dépenser durant sa vie qu'une somme d'énergie limitée; la somme de travail produit et son effet utile résultent de la direction donnée à cette énergie. Il y a là un véritable budget à équilibrer.

On peut dissiper son capital, l'engloutir dans la débauche ou le faire fructifier en établissant la balance stricte entre la dépense et la réparation de nos forces.

Nous voyons souvent les robustes ruiner leur santé et, les faibles, en se soignant, prolonger la durée de leur vie et finalement engendrer plus de travail que les forts.

Tous le grands hommes auxquels l'humanité doit beaucoup n'ont pas été des modèles de vigueur, il s'en faut, mais la force morale, la persévérance dans l'effort et son but élevé ont compensé leur faiblesse physique. Ceci nous montre, à côté des raisons morales, les raisons économiques qui militent en faveur des œuvres d'éducation physique à créer.

N'est-il pas plus sûr et moins coûteux de fortifier la santé et la vigueur au début de la vie, de prévenir les maladies de toutes sortes qu'engendre la pauvreté physiologique, plutôt que de chercher à enrayer le mal une fois déclaré? Souvent alors notre impuissance est manifeste, et nous sommes obligés d'entretenir

à grands frais sur les deniers publics une cohue de déchets qui coûtent et ne rendent rien à la société.

Il est navrant de constater les dépenses de l'assistance publique, de voir les sommes énormes utilisées à fonder des hôpitaux pour les phtisiques, les tuberculeux, les alcooliques, les dégénérés et les anormaux, tandis que presque rien n'existe pour éduquer et fortifier physiquement l'enfance. Les tentatives de l'initiative privée dans cette direction échouent sans cesse, toutes les donations sont faites pour remédier aux maux immédiats au lieu de préparer le terrain pour l'avenir.

En France, le budget de l'assistance publique se chiffre par 56 millions 1/2 rien que pour la ville de Paris ; le budget de la gymnastique inscrit dans les dépenses de l'instruction publique est réduit à 25.000 francs dans toute la France.

Il y a des préjugés et des opinions qu'il faut combattre pour amener une conviction. — Le préjugé le plus enraciné et le plus funeste a été de séparer l'homme physique de l'homme moral.

Cette division est venue de la croyance à l'indépendance de ses deux modes d'activité. A peine sorti de son état d'enfance, l'homme s'est enorgueilli de la supériorité que lui donnaient ses facultés cérébrales sur la brute et de ses triomphes remportés sur la matière.

Il a cru conquérir le monde avec la pensée et la science. Ses efforts se sont exclusivement portés vers l'éducation intellectuelle. Il oubliait ou ignorait les relations intimes qui lient les fonctions de la vie et l'unité de l'âme et du corps.

Détracteurs et négligents. — Il y a eu des détracteurs de l'éducation physique niant sa nécessité et négligeant volontairement par système la culture corporelle. Les fonctions de la vie semblaient viles et méprisables devant les préoccupations de l'âme et devant la préparation à la vie future. Ce préjugé a été combattu par les hommes d'action ramenés aux saines notions des choses et par les philosophes guidés par l'étude de la nature. Assimilant l'âme humaine à une statue soutenue par la solidité du corps, A. Comte disait que souvent la statue s'effondre parce que le piédestal est pourri.

Ces notions furent le point de départ de la nécessité de l'éducation physique et l'on trouve, dès les temps les plus reculés, en Chine et dans l'Inde, ces principes dominer toutes les religions.

Ignorants et indifférents. — Cependant la conviction ne s'établit pas d'emblée chez tous ; on rencontre encore une indifférence déplorable à ce sujet, et chacun excuse au mieux sa paresse ; on croit inutile de préparer le corps à l'effort, on le néglige, puisque, lorsqu'on voudra le commander, il obéira à la volonté directrice. C'est là une profonde erreur qui ménage bien des déceptions.

Le groupe le plus nombreux admet bien l'utilité de la culture physique, mais ne va pas plus loin ; la méthode n'est pas nécessaire dans cette branche de l'éducation, il ne reconnaît ni lois ni règles dans le développement humain ; tous les moyens sont bons, le hasard est le seul ordonnateur.

C'est dans ce groupe que nous rencontrons les adversaires les plus acharnés de la doctrine scientifique, ils pèchent par ignorance ou par inconscience, mais ils sont d'autant plus dangereux pour le progrès qu'ils occupent dans la société des situations considérables, sont consacrés dans différentes branches de la littérature et des arts et n'acceptent pas la discussion. Avancés dans leur spécialité, mais restés dans l'enfance au sujet de la culture corporelle, ils propagent l'erreur et deviennent les conservateurs et représentants titrés de l'ignorance générale.

Spécialistes. — Viennent ensuite les sportsmen, les professionnels spécialisés à un exercice favori. Cherchant à exceller dans une spécialité, ceux-ci tombent fatalement dans les excès de la virtuosité et critiquent tout éclectisme ; il n'y a d'utile et de recommandable pour eux que leur exercice favori.

Le sportsman, l'athlète n'ont qu'une préoccupation : exceller dans leur spécialité, devenir un sujet d'élite, en tirer satisfaction de vanité sans se soucier des conséquences sur la santé ou l'équilibre général. Chacun obéit encore à l'attrait du merveilleux et de l'extraordinaire, veut toujours faire plus fort que ses devanciers, cherche des records qui le rehaussent et le mettent

dans une classe à part. Il ne pense guère à son amélioration, il veut être le premier à tout prix, la satisfaction qu'il en éprouve est totalement étrangère à la recherche d'un perfectionnement sage et raisonné.

Il essaie toujours de se surpasser, la volonté et la passion l'entraînent et l'égarent, il demande à son organisme plus d'énergie et de travail qu'il ne peut en fournir ; ainsi se ruine sa santé et se transforme en maux ce qui devrait être une source de richesse et de fécondité. Si l'exercice fortifie, l'excès d'exercice débilite et tue ; la culture de la force pour la force est chose enfantine quand elle ne devient pas immorale et malsaine; la force n'est pas tout, l'idée qui la dirige est au moins aussi importante qu'elle : la force sans l'idée, c'est le muscle sans cerveau.

On a fait le plus grand tort à l'extension de l'éducation physique en la présentant sous la forme athlétique. Rétablir la brutalité dans un siècle où les forces cérébrales sont les vraies forces dirigeantes, c'est écarter les penseurs, ceux qui ont tant besoin de l'exercice.

Tout le monde n'est pas apte à acquérir des talents athlétiques ou acrobatiques, il faut pour cela une constitution spéciale, y donner beaucoup de temps pour en retirer peu d'avantages. La force s'acquiert dans le gymnase, mais l'application intéressante de la force n'est pas là, c'est dans la lutte de chaque jour.

Dans la société actuelle, l'athlète n'a qu'un rôle infime à jouer ; il est dominé fatalement par les forces de l'intelligence. Il y a des êtres plus forts que nous musculairement, nous en avons cependant fait nos esclaves à cause de leur infériorité cérébrale.

L'éducation physique doit être mieux comprise, c'est le complément de l'éducation intellectuelle et morale, mais elle ne doit pas être cultivée exclusivement. Quelques athlètes ne rendront jamais au pays les services d'une population féconde, disciplinée, résistante à la fatigue, entraînée au travail, confiante dans ses forces et soutenue par un idéal d'intelligence et de moralité.

Le professionnel est tout naturellement porté à s'exagérer les qualités de sa spécialité, à lui attribuer exclusivement les avan-

tages qu'il en a retirés et à négliger les autres. De là la division entre les spécialistes de l'escrime, de la boxe, de la gymnastique aux agrès et des sports ou jeux libres.

Ce n'est pas de ce chaos que peut naître une méthode d'éducation.

Militaires. — L'éducation militaire comprend aussi des procédés d'éducation physique, mais bons pour les adultes et destinés à appliquer la force acquise, ces procédés deviennent détestables et dangereux pour l'enfance. On commet donc la plus grossière erreur en confiant l'enseignement à des instructeurs militaires non initiés à la pédagogie et qui négligeront le côté hygiénique pour ne voir que le développement brutal de la force et son application immédiate.

Médecins et savants. — Le médecin pèche par l'excès contraire ; il est porté à voir partout des dangers ou des causes imaginaires de maladies, il n'est pas toujours praticien et surtout éducateur ; il juge alors des effets de l'exercice par des conceptions théoriques et n'envisage que le côté hygiénique de la question en négligeant l'application de la force acquise, si importante au point de vue social.

L'éducation physique entre les mains des pathologistes ressemblerait à l'enseignement intellectuel entre les mains des aliénistes. La médecine éclaire sans doute l'éducation comme elle éclaire la physiologie, mais il faut se garder de la confondre avec elle.

D'autre part, les savants ou théoriciens purs conçoivent un idéal sans être à même de pouvoir le réaliser, et l'humanité attend toujours d'eux une sage direction.

Il faut batir l'éducation sur la synthèse des résultats des spécialités. — Chaque spécialité a du bon, il existe même des sports presque complets ; le progrès ne consiste donc pas dans l'invention de nouveaux procédés, mais dans l'étude de ce qui existe, dans la connaissance précise des ressources dont nous disposons, de ce que nous pouvons en attendre au point de vue de notre perfectionnement.

Il faut prendre à chaque spécialité ce qui est applicable à tous

dans l'intérêt général et faire une synthèse méthodique dont l'esprit directeur sera l'adaptation sûre des moyens aux résultats ou aux effets que l'on cherche à obtenir.

Comment l'éducation peut influer sur notre perfectionnement physique. — Une grande partie du bonheur dépend de la direction donnée à notre activité ; l'éducation physique est une question de vie ou de mort pour les populations urbaines, qui ne se retrempent plus dans la vie champêtre. Au milieu des obstacles à notre développement il faut retrouver notre équilibre, redevenir normaux ; il faut persuader, entraîner vers ce mouvement de régénération les indifférents et les sceptiques et indiquer la marche à suivre dans la pratique à ceux qui sont décidés à agir. Il faut poser comme principe, comme devoir de chacun, le perfectionnement physique et moral, l'obligation pour tous de rendre à son pays et à la société une part de services qui peut aller jusqu'au sacrifice de la vie.

Si chacun avait la volonté de se perfectionner, quel bien en résulterait pour notre patrie !

Il faut agir. — L'oisiveté est source des pires maux ; il faut agir, mais agir sagement, proportionner notre activité à nos forces ; l'activité est nécessaire au bon fonctionnement de l'organisme, les échanges nutritifs qui constituent la vie sont facilités, augmentés par l'exercice, mais un excès d'activité produit des résultats inverses. Il y a de bonnes et de mauvaises façons d'agir ; les résultats diffèrent suivant la quantité ou le genre d'exercice qu'on se donne. Il faut dépenser mais ne pas se surmener. Qui dépense beaucoup répare beaucoup ; qui dépense peu répare moins encore.

Il faut proportionner l'exercice aux forces de chacun. — Le bénéfice que l'on retire de l'exercice dépend d'une foule de choses, mais surtout de l'état particulier de chacun. Les différences individuelles sont visibles sous ce rapport quand on compare l'enfant, l'homme fait et le vieillard.

Il y a une sorte de coefficient personnel mesurant la vitalité de l'individu, son aptitude à produire du travail et sa tolérance aux excès. Chacun possède un potentiel d'énergie, un tempérament propre, une façon de réagir aux agents extérieurs.

Il faut faire de l'exercice à propos et faire tourner au profit de chacun les qualités héréditaires, les ressources de l'alimentation et du régime.

Ce sont là les moyens modificateurs par excellence, ils doivent être adaptés aux faibles qui forment la majorité et revêtir une forme compatible avec les besoins et les tendances individuelles.

Le perfectionnement doit être réel. — Le perfectionnement doit être réel, comme l'aliment doit être substantiel. Mais l'être humain est sensible, il prend plaisir ou non à l'effort, suivant la manière dont on sollicite cet effort chez lui. S'il est brutalisé, il se révolte, il n'obéit souvent qu'à des impulsions inconscientes. Ces impulsions doivent être suscitées et dirigées. La raison n'est pas le guide de la majorité des hommes, elle n'a prise que sur des esprits supérieurs doués d'une volonté suffisante pour dominer les impressions du moment. Les autres sont attirés par le plaisir recherché avant toute chose raisonnable. L'éducateur en s'emparant de cette influence énorme du plaisir peut obtenir chez ses élèves des efforts bienfaisants et les entraîner vers le bien. Mais, en aucun cas, il ne faut satisfaire le plaisir en sacrifiant l'effet utile recherché. Le maître n'a pas à recevoir des leçons de son élève, mais il ne doit pas non plus enseigner sans éveiller son intérêt.

Ces vérités s'appliquent à toute éducation ; bien souvent les résultats sont nuls par manque ou par excès de plaisir. On en trouverait des exemples dans la manière d'enseigner encore aujourd'hui les éléments des sciences et des lettres. Beaucoup d'entre nous ont été pris d'un dégoût réel pour l'étude, après avoir suivi les leçons d'un maître ennuyeux ; d'autres n'ont rien appris sous un maître trop complaisant ou trop pe consciencieux. Cependant il faut se garder d'excuser la paresse par de mauvaises raisons ou d'éluder l'effort si nécessaire.

Il faut solliciter l'effort. — Une nation ne peut rejeter les moyens sûrs de se perfectionner sous le futil prétexte qu'ils sont ennuyeux ou exotiques ; elle ne grandit et ne sort de l'enfance qu'en ne s'arrêtant pas à ces considérations mesquines. Si l'on veut être fort, on doit trouver son plaisir dans un travail fécond et n'envisager que le résultat final.

Cela ne souffre pas de contestation; consulte-t-on l'enfant pour lui enseigner à lire, à écrire et à compter? Les classes seraient peu fréquentées si on lui donnait le choix entre la récréation et l'étude.

La joie et le plaisir sont l'assaisonnement de l'exercice mais non pas le but. — Une méthode d'éducation ne peut être basée sur la recherche du plaisir seul, c'est là une mauvaise plaisanterie de ceux qui préfèrent le succès momentané au bien des élèves.

La joie et le plaisir sont l'assaisonnement de l'exercice, celui-ci doit être substantiel et attrayant tout à la fois; c'est à l'éducateur d'y pourvoir.

Subtilité de la distinction des exercices naturels et des exercices artificiels. — On divise souvent les moyens d'éducation en artificiels et naturels. Ce qui est naturel et instinctif est bon, ce qui est artificiel est mauvais, et l'on condamne ainsi d'excellentes méthodes à priori.

Il est facile de répondre à ce sophisme. Le vêtement, l'habitation, les villes, les arts, les sciences ne sont-ils pas le produit du travail? Est-il naturel de canoter, d'aller en vélocipède ou de jouer au cricket?

Si l'on supprimait les productions de l'industrie, il ne nous resterait pas grand'chose, ce sont des produits artificiels de l'art humain, mais tout de même des bienfaits. La nature est un chaos de choses bonnes et mauvaises, c'est à nous de choisir ce qui nous convient; s'il y a des plantes alimentaires, il y a aussi des plantes vénéneuses; il y a les climats cléments, mais aussi les contrées dévastées et impropres à la vie.

L'enfant, aussitôt né, nécessite des soins de toutes sortes sans lesquels il mourrait infailliblement. L'instinct naturel de l'homme, c'est souvent la paresse et l'égoïsme; l'éducation lui inculque la notion du bien et du mal et cherche à le rendre meilleur. Ne comptons pas sur le besoin naturel pour entraîner chacun vers l'exercice salutaire : nous nous tromperions fort. L'instinct s'émousse vite avec l'inaction; ceux qui en auraient le plus besoin, les bureaucrates, sont justement ceux qui s'en passent le plus volontiers.

L'homme a l'état de nature n'est pas aussi parfait qu'on le dit. — A l'état de nature, les hommes sont beaux et vigoureux ; c'est là une erreur fort répandue. On ne dit rien des malheureux abandonnés, rongés par des maladies terribles, on cite seulement ceux qui ont résisté, les forts, ceux qui s'exercent; les faibles ont disparu par le fait de la sélection naturelle.

Dans ces conditions, nous trouvons également parmi les gymnastes des types ne le cédant en rien à des sauvages, au point de vue du développement et de la vigueur.

Chacun ne trouve pas instinctivement la meilleure manière d'utiliser ses forces. Il y en a de naturellement adroits et audacieux, mais que de lourdauds et de timides !

Le campagnard à son arrivée sous les drapeaux ne sait ni marcher ni courir ni sauter ; il n'a pas idée du rythme ni de l'économie de la force dans les exercices militaires qu'on lui enseigne.

La valeur de la méthode se mesure a ses résultats. — L'éducation seule peut donner à l'homme les qualités physiques qui lui manquent, et nous devons mesurer la valeur d'une méthode non pas à son degré plus ou moins grand de naturel, mais bien à la somme de bénéfices réels obtenus. Il n'y a pas d'état de nature, il y a des lois naturelles. Ces lois agissent aussi bien dans un salon que dans une forêt vierge, il faut les utiliser à notre profit sans autres préjugés.

Un acrobate se suspend par la mâchoire, marche sur les mains, écrit avec le pied ; voilà une éducation artificielle inutile. Mais j'apprends à manier les armes et les outils, à me sauver d'un danger en grimpant à la force des bras, en franchissant un mur, à me mouvoir dans l'eau en nageant, en canotant, à me transporter à cheval, à vélocipède : voilà une éducation artificielle à recommander.

Il ne faut pas confondre les moyens avec le but. — La distinction entre l'exercice naturel et l'exercice artificiel est une subtilité ; laissons cela pour envisager seulement le but à atteindre : augmenter la capacité de chacun en travail, apprendre à utiliser au mieux le capital d'énergie une fois acquis, et à le conserver intact pour son bénéfice et celui des autres. Peu importent

les moyens employés s'ils sont efficaces, mais leur influence doit être connue ; il faut éviter de perdre de vue le but final, de confondre les moyens avec ce but et de se noyer dans les détails des systèmes et des méthodes spéciales.

Il faut une direction sûre et agir consciemment. Cela ne peut avoir lieu sans le secours de la méthode scientifique.

On ne trouve pas chez le spécialiste une direction suffisante. — Si l'on écoutait les spécialistes, la question se compliquerait singulièrement. Chaque spécialité sportive a ses préjugés, ses erreurs, son mode d'enseignement ; il semblerait nécessaire, pour se perfectionner physiquement, de passer par toutes ces écoles disparates, et je me demande quelle idée nette on en emporterait. Heureusement les lois naturelles sont simples, elles s'appliquent à toutes les spécialités, et tout devient clair si l'on sort de ces cercles étroits pour n'envisager que les effets à produire sur le corps, en vue de l'améliorer.

Il y a une foule de moyens de se perfectionner ; ils semblent différents à l'examen superficiel, à la forme extérieure, mais, si l'on approfondit les faits, on retrouve les mêmes éléments, les mêmes causes agissantes. Ce sont toujours des efforts musculaires, de la dépense de travail, un accroissement des échanges nutritifs, un développement des organes locomoteurs, une adaptation des fonctions au surcroît de travail imposé, un affinement de la coordination des mouvements et, finalement, une économie et un rendement plus parfaits.

Ces éléments sont tangibles, mesurables ; la valeur d'un exercice ou d'une méthode doit être appréciée et jugée ainsi en dehors du sentiment. Notre entendement est borné : de là les préjugés et les erreurs, de là la divergence des opinions. Ajoutons à cela les considérations d'intérêt et les mesquines disputes d'école, et nous arrivons à l'anarchie complète.

Une doctrine doit être assise sur l'expérimentation et la méthode scientifique. — Pour sortir de cet état, il n'y a pas deux moyens ; il faut interroger les faits, amasser des documents, les coordonner et en dégager les lois. La doctrine de l'éducation physique doit reposer sur les résultats des sciences mécanique, physique, chimique et biologique. Elle devient alors,

sinon une science, du moins une application de la science à l'éducation.

Mais ce n'est pas dans la science seule que réside le progrès. — La science pure se borne à connaître les lois qui relient les phénomènes entre eux. La science entasse documents sur documents, se divise en une infinité de branches spéciales ; sa limite est le pourquoi des choses. Elle jette quelquefois le doute et la confusion dans notre esprit sans diminuer nos misères. Tout cela ne nous rend ni meilleur ni plus heureux. La science a détruit bien des croyances qui formaient une barrière à nos égarements, elle doit les remplacer par des règles aussi sévères et plus positives. L'humanité a dégagé son capital de foi placé dans les superstitions ; elle doit le retrouver et en faire emploi dans la religion du progrès.

Il faut des points fixes dans la vie ; c'est vers la lumière que nous devons marcher. Ce n'est pas tout de savoir : les forces de la nature une fois conquises, ont peut les diriger contre nous.

La notion de bien est étrangère a la science. — Il faut une direction morale et une direction hygiénique. La notion de bien est étrangère à la science ; c'est une notion supérieure, la base de l'éducation et du progrès. Ceux qui sont habiles à découvrir les lois de la nature sont quelquefois incapables de les appliquer à propos dans un but utile et, la plupart du temps, ne s'en soucient point. Le savant n'est pas toujours doublé d'un philosophe et d'un homme de bien, il n'a pas la préoccupation des choses sociales ; aussi, malgré tant de résultats acquis par le travail des savants, la synthèse tarde à se produire, les progrès de l'éducation sont extrêmement lents.

C'est une grande négligence de laisser les générations s'étioler dans de mauvaises conditions d'hygiène, de les épuiser par un surmenage constant et de compter réparer ces maux par les procédés de la médecine. On veut dissiper tout d'un coup, comme par miracle, les modifications profondes résultant d'actions malsaines accumulées lentement pendant de longues périodes. Agir ainsi, c'est peut-être une satisfaction donnée à notre besoin de merveilleux, à notre paresse, à notre imprévoyance, mais c'est une erreur que nous paierons cher et dont on ne prévoit pas encore les conséquences sociales.

LE PROGRÈS HUMAIN N'EST PAS LE PROGRÈS INDUSTRIEL. — Le progrès réel consiste à accumuler les causes de perfectionnement et de bonheur ; il ne faut pas le confondre avec le progrès industriel ; ce dernier crée, au contraire, des causes de dégénérescence sans nombre.

Les poisons de l'humanité servent à des commerçants peu scrupuleux pour se procurer des ressources financières, et l'Etat se fait complice de cette tendance en établissant l'impôt sur le tabac, l'alcool et le jeu. L'élite de la jeunesse recrutée dans les épreuves les plus difficiles trouve, à la sortie des écoles, son emploi dans la production de ces poisons et dans l'art de la destruction.

Dans ces conditions, il n'est pas étonnant que les résultats salutaires soient négatifs, et des esprits ténébreux y voient une banqueroute de la science.

MAUVAISE DIRECTION DU SAVOIR HUMAIN. — Nous l'avons constaté, la science est une arme à deux tranchants. Elle peut être dirigée vers le bien ou vers le mal. Voilà pourquoi on doute encore de l'utilité de son intervention dans les méthodes d'éducation. Les partisans de la méthode la plus rigoureuse en éducation intellectuelle se refusent à admettre la nécessité de la méthode en éducation physique.

FAUSSE SCIENCE ET SOPHISTES. — Cette confusion regrettable vient d'une fausse science, science de mots qui, sous un pédantisme de mauvais goût, cache l'ignorance et jette le trouble dans les esprits. Certains auteurs ont la spécialité d'obscurcir les sujets qu'ils traitent et de tourmenter le lecteur par des contradictions et des sophismes. Après un étalage confus de connaissances scientifiques, une série interminable de citations et d'opinions contradictoires, il ne reste acun profit, aucun enseignement, aucun ordre dans la pensée. On concluerait facilement de ces œuvres de charlatans qu'il n'y a pas de lois dans la nature pour régler le perfectionnement humain. A ces sophismes nous préférons l'empirisme : rien n'est dangereux comme une fausse science.

LE PRATICIEN DOIT ÊTRE AIDÉ PAR L'HOMME DE SCIENCE. — Ce ne sont pourtant pas les athlètes qui feront avancer la doctrine de

l'éducation physique; la puissance d'abstraction du penseur est nécessaire pour dégager des petits détails les vérités générales et trouver le fil d'Ariane à travers le labyrinthe des erreurs et préjugés enfantés par la vanité et l'esprit métaphysique.

Le praticien le plus modeste est intéressant s'il apporte un fait nouveau et le résultat de son expérience; il crut, en se rapprochant du savant, apprendre de lui la raison des choses et la cause de ses insuccès; mais il trouva souvent un penseur n'ayant pas été rompu à la pratique, disposé par suite à raisonner à priori au lieu de puiser dans les résultats expérimentaux. Il fut profondément désillusionné de ne pas obtenir du savant la direction désirée. Le praticien accusa la science d'impuissance au lieu de s'en prendre aux connaissances insuffisantes du théoricien. Cela est très regrettable, une méfiance réciproque les a séparés quelque temps.

Cependant théorie et pratique ne sont que des mots ; la science expérimentale, la connaissance des faits sera toujours d'accord avec la pratique et sera son flambeau.

Sans elle, le praticien piétine sur place, il est incapable de sortir de l'ornière créée par les erreurs de ses devanciers. C'est de la communion intime du praticien et du savant que doit naître le progrès. Les raisons de sentiment du premier et les vues théoriques du second sont stériles et éternisent les divisions néfastes.

La vérité triomphera des discussions personnelles. — La vérité serait acceptée sans discussion s'il n'existait encore aucune habitude prise, aucune tradition suivie ; mais les méthodes empiriques ont précédé la physiologie ; celle-ci appelée à les contrôler se trouve devant des préjugés enracinés ou des erreurs fondamentales. Elle en triomphera sans aucun doute, mais il faudra du temps. On ne peut éviter des combats souvent étrangers à la méthode scientifique, combats écœurants pour ceux qui ont souci du progrès et veulent à tout prix éviter les discussions personnelles, les luttes stériles et les pertes de temps.

La direction de l'éducation doit être entre les mains d'ingénieurs biologiques. — Finalement, savant pur, mécanicien, phy-

sicien, chimiste, biologiste, médecin même, aucun n'est préparé par ses études spéciales à la fonction d'éducateur. Il est obligé de faire son apprentissage, de devenir ingénieur biologique assimilable au zootechnicien, de réunir les connaissances du savant et du praticien pour les adapter à l'amélioration de l'homme.

A. Comte avait déjà prévu cet art nouveau, l'Anthropotechnie. Basé sur les sciences, assez important et assez vaste pour avoir une existence indépendante, cet art doit être l'objet d'une fonction sociale, être représenté par une classe spéciale de savants constituant par le but de leur travaux l'*Alliance des vivants contre la mort*.

Matière de l'éducation physique. — En résumé, l'éducation physique doit faire partie intégrante de l'éducation générale, elle ne doit pas être une éducation professionnelle spéciale, mais aboutir au perfectionnement physique et non à la virtuosité. La méthode la plus parfaite doit employer des moyens appropriés au but final; simples et efficaces, adaptés à notre état social, aux conditions de la vie moderne, ces moyens seront en outre applicables à la masse, aux faibles, et présentés sous une forme attrayante convenable à l'enfance et à la jeunesse. L'éducation physique a pour but le perfectionnement de l'homme : elle consiste dans l'éducation des fonctions de la vie. C'est l'art de conserver l'intégrité de ses fonctions et de les améliorer. Elle a pour effet d'empêcher leur dégénérescence et leur déviation, de porter leur puissance à leur maximum en contribuant à l'harmonie de l'organisme pour le bien de l'individu et de la race, finalement pour le bien de la patrie et de l'humanité.

La méthode d'éducation comprend l'ensemble des moyens propres à obtenir, le plus rapidement et le plus sûrement possible, les résultats utiles et nécessaires au perfectionnement physique que nous allons définir.

La méthode d'éducation est le résultat d'un classement et d'une sélection des moyens ayant un effet connu sur le corps ; ce n'est pas une réunion quelconque, une juxtaposition artificielle d'exercices variés, sans autre liaison que celle du caprice.

Il faut la distinguer de l'éducation athlétique. Cette dernière

s'adresse seulement à quelques sujets et se propose la culture excessive de certains dons ou qualités physiques innés, afin d'obtenir des résultats extraordinaires dans une spécialité sportive ou gymnastique, ce qui peut être en désaccord avec le perfectionnement de l'individu.

Une bonne éducation physique ne doit rien forcer, ne doit pas contrarier la nature ni rechercher autre chose qu'un équilibre salutaire entre les fonctions de l'organisme.

Le rôle de l'éducation est à considérer par rapport à l'économie entière, c'est-à-dire au point de vue de l'harmonie générale des fonctions et par rapport à chaque organe ou système organique en particulier.

Chaque organe a son rôle dans l'être humain, il faut que sa fonction s'accomplisse normalement, il faut aussi que cette fonction n'empiète pas sur l'activité des autres organes. Ce qui amènerait leur dégénérescence.

En réglant le mode et la quantité d'activité des fonctions par l'habitude, on peut obtenir un régime durable, c'est-à-dire l'équilibre fonctionnel et le rendement maximum d'activité ou de travail avec le minimum de déchet ou de fatigue.

Les organes s'améliorent en fonctionnant ainsi, ils s'accommodent au travail demandé, cette activité devient chose normale, les fonctions réagissent réciproquement l'une sur l'autre et se pondèrent l'une par l'autre.

On comprend l'utilité de l'éducation pour provoquer et ordonner ces réactions au lieu d'attendre l'effet des circonstances et laisser les choses s'équilibrer d'elles-mêmes.

Éducations fausses, déviation des fonctions de leur véritable fin. — On fait souvent pis encore, on prend de mauvaises habitudes : il y a des éducations fausses amenant la déviation des fonctions de leur véritable fin. C'est là une cause fréquente de dégénérescence, et chaque organe est susceptible de déchéance par déviation de sa fonction.

Dans l'état normal, les fonctions s'accomplissent avec une certaine sensation de plaisir qui nous incite à les satisfaire. A l'état de nature, l'animal hérite de ses ancêtres d'un tact particulier, de l'instinct, guide peut-être inconscient mais guide sûr vers ce qui lui est bon et favorable.

L'instinct naturel non perverti est un guide plus sur que la raison. — Ces impulsions irréfléchies sont le résultat d'une sensibilité intime de nos organes ; elles sont une succession d'échos réflexes remplaçant avantageusement le raisonnement. Elles sont la conséquence des impulsions accumulées durant des générations et, par conséquent, le fruit certain de l'expérience. L'imagination n'a aucune prise sur elles, et l'erreur est moins à redouter.

L'animal va de lui-même vers la chaleur, vers la lumière ; il recherche l'air pur, une nourriture saine et l'accouplement avec des êtres vigoureux.

Il évite ce qui lui cause une souffrance, nuit à sa santé ou à son développement.

Dans l'être civilisé l'instinct est perverti, il n'est plus un guide, il est remplacé par des préjugés, par des aberrations du sens commun, par des passions nuisibles et indéracinables.

Les instinctifs purs, c'est-à-dire ceux qui se dirigent encore avec l'instinct naturel, aussi sûr que le jugement sain, sont devenus rares.

La majorité est inconsciente, elle subit les effets de bonnes ou de mauvaises causes sans les rechercher ou sans les éviter ; elle progresse ou dégénère, ballottée par les circonstances favorables ou nuisibles, incapable de sortir de cette ornière. Ce sont les moutons de Panurge, la proie des exploiteurs et des charlatans.

La sagesse consciente doit remplacer l'instinct disparu. — Ceux qui ont conservé l'instinct naturel suffisamment pour se diriger dans les grands centres habités forment la plus infime minorité. Ceux qui ont remplacé cet instinct par l'état conscient sont encore plus rares. C'est un état supérieur où la raison domine et dicte la marche à suivre, où la volonté exécute les ordres de la raison.

Cette sagesse peut avoir pour objet la direction morale, mais elle embrasse aussi la direction des forces physiques, et l'on peut ainsi concevoir une sorte de sagesse inhérente aux fonctions de la vie et devenant la sauvegarde de l'individu dans les milieux malsains qu'il est exposé à traverser.

Le plaisir ne doit pas être séparé de la satisfaction des besoins naturels. — La satisfaction des besoins naturels est accom-

pagnée d'un certain plaisir qui contribue à en assurer l'accomplissement. C'est là tout profit pour l'individu. Mais le plaisir ne doit pas être séparé de l'accomplissement normal de la fonction ; il ne faut pas, la satisfaction une fois donnée au besoin naturel, chercher à renouveler le plaisir pour avoir de nouvelles jouissances : il est mauvais de créer des besoins artificiels remplaçant les vrais besoins de l'organisme.

Déviations des fonctions et habitudes factices. — Par des excitations de toutes sortes, on peut prolonger le plaisir et fatiguer les organes qui devraient se reposer. C'est en cela que consiste la déviation des fonctions. Cette déviation est, en réalité, une perversion des sens et devient un vice.

Par exemple le repos est nécessaire après le travail, mais l'excès de repos, l'oisiveté, est incompatible avec le perfectionnement de nous-mêmes.

Il est nécessaire d'assouvir notre faim et notre soif, mais la gourmandise nous fait absorber des aliments en excès et aboutit à des troubles de la nutrition, à des maladies de richesse.

Les épices et les condiments de haut goût dont nous assaisonnons nos mets excitent notre appétit d'une manière tout à fait factice ; les boissons fermentées et alcoolisées nous donnent des sensations que l'on aime à renouveler constamment sans soif.

Fumer et boire deviennent des besoins impérieux. On s'habitue à dormir le jour et à veiller la nuit ; la fréquentation des théâtres, des cafés, lieux où l'atmosphère est vicié, nous fait perdre le goût de l'air pur.

On s'habitue à la malpropreté et l'on perd le dégoût, la répulsion naturelle qu'elle nous inspire. On vit dans des bureaux surchauffés l'hiver ; on fait abus de boissons trop chaudes ou trop froides. On se couvre de vêtements trop épais, on se parfume d'essences concentrées, on cherche dans l'amour le plaisir de la luxure. On fatigue l'œil avec l'éclairage trop intense, l'oreille avec des bruits continus. Toutes ces déviations des fonctions devenues de véritables besoins nous rendent esclaves et nous font la proie des charlatans qui les exploitent.

L'éducation doit régler nos besoins et améliorer nos fonctions. — L'éducation doit remettre les choses à leur place et régler nos besoins. La volonté, le courage, l'aptitude au travail se

cultivent; on apprend à penser, nos idées se fixent et s'épurent, elles sont fécondes ou stériles si nous le voulons ainsi.

On peut dominer sa sensibilité, ou se laisser vaincre par elle. Notre sensibilité est vraie ou fausse selon l'éducation de nos sens.

On apprend à regarder, à écouter ; on affine le goût, l'odorat et le toucher au point de suppléer au sens qui nous manque par l'acuité des autres, comme le font l'aveugle et le sourd-muet.

L'éducation ne se borne pas aux facultés cérébrales : on perfectionne aussi ses mouvements, on les règle, on les coordonne afin d'en tirer le meilleur parti. La forme du corps peut devenir plus belle en recherchant les attitudes et les mouvements favorables.

Les appareils de la vie organique n'échappent pas à l'influence de notre volonté. La circulation du sang et la respiration peuvent être favorisées, le poumon peut à notre gré avoir une fonction normale ou troublée. Les organes de la digestion subissent l'influence des bonnes habitudes, il en est de même des fonctions de la peau, de la miction, de la défécation et du sens génésique ; rien en un mot n'échappe à l'influence bienfaisante de l'éducation.

Matières d'un cours d'éducation physique. — Nous aurons donc à préciser les modifications persistantes et les modifications passagères qui se produisent dans l'organisme à la suite de l'exercice :

1° Les relations entre les importantes fonctions de la vie, l'hygiène générale ou le moyen de conserver intègres ces relations pour assurer la santé, l'hygiène particulière à chaque fonction et les dangers de l'abus de l'exercice mal dirigé ;

2° Les relations entre les mouvements et la forme du corps, les conditions de développement normal, c'est-à-dire les conditions esthétiques de l'exercice ;

3° La manière la plus favorable à utiliser la force musculaire dans les applications, les conditions de rendement maximum en travail avec le minimum de fatigue.

4° Les relations du physique et du moral, le perfectionnement des sens et des qualités viriles.

Telle sera la première partie du cours, c'est la matière des

connaissances scientifiques sur lesquelles nous devons nous appuyer pour connaître les principaux effets de l'exercice et choisir les moyens en rapport avec le but de l'éducation.

Nous indiquerons les conditions pour établir simplement un laboratoire de recherches spécialement affecté à ces mesures et le moyen d'avoir sur les faits des indications précises nous plaçant au-dessus des préjugés et des opinions erronées.

La seconde partie comprendra la pédagogie basée sur les conditions précédentes, c'est-à-dire les moyens à notre disposition dans l'école, l'art d'exercer un grand nombre d'élèves à la fois, les difficultés et les défauts que nous rencontrerons à chaque pas, notre plan s'adressant aux différents degrés scolaires depuis l'enseignement primaire jusqu'à l'enseignement supérieur[1].

Nous aurons à examiner également les qualités de l'éducateur, le mode de recrutement du personnel, le matériel de gymnastique, les locaux et le costume. Nous ferons l'examen des méthodes et le parallèle des systèmes d'éducation usités.

Enfin dans une troisième et dernière partie nous aurons à envisager la valeur des résultats obtenus au moyen des procédés techniques de mensurations, de méthode graphique et chronophotographique.

On peut résumer dans le tableau suivant les effets principaux de l'exercice et l'ensemble des qualités à obtenir par l'éducation physique.

QUALITÉS ÉLÉMENTAIRES CONSTITUANT LE PERFECTIONNEMENT HUMAIN

1° — SANTÉ ou effet hygiénique.	Éducation de chaque fonction en particulier. Conservation de l'harmonie des fonctions. Augmentation du capital d'énergie humaine.
2° — BEAUTÉ ou effet esthétique.	Développement normal du corps. Éducation de la forme et de l'attitude.
3° — ADRESSE u effet économique; éducation des sens.	Éducation des sensations et des perceptions. Perfectionnement de la vie de relation. Éducation des mouvements. Utilisation économique de l'énergie humaine.
4° — VIRILITÉ ou effet moral et psychique.	Éducation des qualités viriles chez l'homme libre. Direction sociale de l'énergie humaine.

1. Voir *Cours d'Éducation physique*, Demeny, Philippe et Racine, Paris, F. Alcan.

CHAPITRE II

FACTEURS DE L'ÉDUCATION PHYSIQUE

Complexité du problème de l'éducation. — Le perfectionnement physique est complexe : c'est un ensemble de perfectionnements partiels obtenus par des moyens variés. Un exercice spécial possède rarement toutes les qualités requises, il doit être associé à d'autres pour être complété et contrebalancé.

Le vélocipède pratiqué sans abus possède une action hygiénique certaine, mais c'est une machine déplorable au point de vue de l'attitude et du développement harmonieux du corps. On doit lui associer des exercices des bras et du tronc pour corriger ses défauts. Il en est de même de la course, de la marche et de beaucoup de jeux, où il n'y a pas à proprement parler éducation des mouvements, mais simplement exercice.

L'état actuel de l'individu dépend de facteurs nombreux dont il faut tenir compte. — Dans l'application, les choses se compliquent singulièrement encore. On n'obtient pas les mêmes effets chez tous en employant les mêmes moyens. Chacun réagit à sa façon aux excitants divers. Cette façon de réagir diffère même chez un individu suivant sa disposition actuelle.

La constitution et le caractère sont la résultante de facteurs naturels, et l'on subit, à la longue, fatalement, l'influence du milieu où l'on vit. L'effet bienfaisant de l'exercice dépend absolument de l'état de l'individu, de son mode de réaction et des circonstances qui l'environnent. L'important pour l'éducateur est de connaître les influences utiles ou nuisibles à l'homme, de savoir les faire agir à propos, les combattre, les contrebalancer pour donner ainsi la prépondérance aux agents de perfectionnement.

L'individu est en lutte perpétuelle avec les influences malsaines du milieu; suivant les armes qu'il aura pour les combattre, il sera victorieux, en bonne santé, ou bien vaincu ou malade.

Hérédité. — Notre état actuel dépend avant tout de l'héritage légué par nos ancêtres. Les ascendants se répètent dans leurs descendants; les parents peuvent transmettre aux enfants les caractères saillants de leur organisation : la santé ou la maladie ou des caractères extérieurs moins importants : les traits, la forme, la démarche. Cela se produit par ligne directe ou indirecte; on ressemble quelquefois plus à ses grands parents (atavisme) ou même à ses oncles et tantes (hérédité collatérale) qu'à ses proches.

On naît avec des tares héréditaires, tuberculose, scrofule, rhumatisme, syphilis, maladies des oreilles, des yeux, de la peau, etc. ; on est prédisposé à l'obésité et à bien d'autres affections des appareils digestif, circulatoire et respiratoire. Les maladies du système nerveux sont particulièrement transmissibles. Les ravages produits par l'alcool se manifestent souvent chez les enfants d'alcooliques sous la forme d'épilepsie et de folie. La prédisposition nerveuse, la surexcitabilité, la neurasthénie et toutes les névroses se retrouvent à un degré plus ou moins intense chez les descendants.

Le médecin doit avertir l'éducateur des prédispositions de son élève et lui indiquer les dangers qui le menacent. L'éducateur cherchera alors à lutter contre ces prédispositions par les moyens appropriés. Il modifiera le régime et la dépense de travail suivant l'effet produit.

Il y a encore bien des anomalies de structure transmissibles par l'hérédité, les cas tératologiques, les déformations du crâne, la polydactylie, l'absence des dents incisives, etc. ; tous ces cas échappent à l'éducateur et ne sont pas de son ressort.

Variations individuelles. — Mais il y a, à côté des caractères héréditaires, des variations individuelles où l'intervention humaine peut avoir sa part.

Les modifications individuelles ont pour cause un excès d'in-

tensité ou de diminution dans l'activité physiologique. Certains organes acquièrent un développement exagéré, ou s'atrophient; c'est le cas du système musculaire. La forme des dents, la couleur des cheveux change. Les variations individuelles sont soudaines ou lentes, elles sont compensées par d'autres et se rencontrent fréquemment dans l'état social actuel où la sélection naturelle est entravée. Nos institutions protègent des sujets imparfaits, faibles, déchus physiquement. Les variations nuisibles s'accumulent dans l'individu sans pour cela être une cause de sa ruine vitale, et la concurrence n'intervient pas comme à l'état de nature pour faire disparaître les inférieurs et les anormaux.

Les variations occasionnées par l'intervention humaine dépendent du rapport intime entre la fonction et l'organe; c'est le terrain où l'éducateur a tout à faire.

Les influences héréditaires échappent à l'éducateur. Cela est bien regrettable. Il ne faut pas songer à modifier profondément la race si l'on n'intervient pas dans le choix des individus chargés de fonder de nouvelles familles.

Races. — Les variations ne sont pas indéfinies, elles se fixent dans une espèce, deviennent des caractères constants et se transmettent héréditairement. Le type d'une race est alors créé.

Des caractères apparus accidentellement se fixent chez les descendants issus de deux sujets consanguins et sont portés à leur maximum de puissance.

C'est pour cette raison qu'on n'autorise pas l'alliance de trop proches parents. Les qualités dominantes se transmettent à coup sûr aux descendants, et chez deux sujets consanguins il est à craindre que les caractères communs ne soient des tares héréditaires.

Les races ont une grande puissance de résistance aux milieux; la taille, la vigueur, la durée de la vie moyenne deviennent des qualités physiques presque fixes. Si la race juive a conservé des caractères personnels, malgré les époques difficiles qu'elle a traversées, la raison doit en être attribuée à ses mœurs; elle ne se mélange pas avec les autres populations.

Croisement. — Les caractères saillants finissent par s'exagérer

Dans une race où il n'y aurait aucun mélange d'élément nouveau, le croisement devient alors nécessaire pour atténuer certains vices héréditaires. Le peuple français en est un exemple frappant. Il a subi différents croisements et acquis ainsi des qualités très variées capables de différencier les habitants des provinces.

Les unions sont malheureusement inspirées quelquefois par des intérêts d'argent et ne présentent souvent pas, au point de vue de la vigueur de la descendance, des conditions suffisantes. On devrait sinon réglementer les unions, du moins les éclairer par un examen médical et faire comprendre, avant le mariage, aux parents des jeunes promis, les misères auxquelles ils s'exposent lorsque l'état de santé de l'un des conjoints est manifestement insuffisant. La moralité publique n'y perdrait rien, et la race y gagnerait beaucoup.

Il y a là des préjugés dont on reconnaîtra un jour le danger, et l'on restreindra le principe de la liberté individuelle, lorsque la sagesse de l'individu ne sera plus une garantie pour la conservation de la race. Aimer le laid, verser dans les choses malpropres et malsaines, voilà une marque certaine de décadence; il faut penser à l'héritage des descendants et ne pas augmenter le nombre des martyrs de l'hérédité.

L'ancienne noblesse avait à cœur d'éviter tout croisement. Elle se croyait en possession des grandes qualités physiques et morales de premier ordre et les voulait conserver intactes. Cela était fort juste tant qu'il y avait des qualités à transmettre, mais, celles-ci venant à disparaître, le croisement devenait nécessaire pour atténuer l'influence des causes de dégénérescence.

Nous voyons rarement les grands hommes donner leurs qualités à leurs enfants. Le génie ne se transmet pas plus que les musculatures exagérées des athlètes. Les fatigués et surmenés ont des rejetons malingres. On voit souvent les professionnels qui font métier de force et de vigueur n'être pas bien heureux sous ce rapport.

Tout cela montre combien l'hérédité entre en ligne de compte dans la filiation d'une race et dans les qualités de l'individu. Les éleveurs ne se donnent pas la peine de soumettre à l'entraînement des chevaux dont la généalogie n'est pas parfaite-

ment établie. Ils savent que leurs soins échoueraient devant les tares héréditaires; ils ne veulent pas cultiver un terrain aride.

INFLUENCE DU MILIEU. — L'ensemble des forces extérieures à l'individu est en conflit constant avec l'organisme; elles finissent par y laisser des traces profondes; cette influence du milieu cause les différences entre les races, dont la situation géographique et climatérique diffère.

Les habitants des îles, des côtes, des montagnes, des vallées et des plaines, des forêts ou des déserts se ressentent des actions diverses de ces milieux et se transforment. L'habitant des villes n'est déjà plus le même que le paysan, et les causes de ces variations ne sont autres que la composition de l'air, de l'eau, du sol, des aliments, l'intensité de la lumière et de la chaleur, l'état d'humidité de l'atmosphère, sa pesanteur, la présence de l'électricité et de l'ozone, etc.

Dans tous ces cas, les procédés de l'éducation doivent être modifiés et adaptés au milieu spécial où l'on se trouve. Les conditions de l'écolier de la ville ou de la campagne en sont un exemple frappant. A l'un il manque la santé; à l'autre l'adresse et l'affinement; personne n'aura l'idée de les traiter de la même façon.

HABITUDES PROFESSIONNELLES. — Les professions influent également sur l'état de vigueur ou de santé de l'individu. Les professions exclusivement cérébrales ou exclusivement manuelles ont leur maladies spéciales.

Il faut encore distinguer les professions sédentaires ou actives, celles qui exigent une dépense considérable ou minime de travail musculaire, à l'air libre ou confiné, dans la lumière ou l'obscurité, dans les températures anormales, dans l'humidité ou dans des atmosphères viciées.

Dans chaque cas particulier le travailleur subit l'influence des conditions de son travail. L'hygiène professionnelle tend à diminuer les dangers inhérents à chaque métier, mais, malgré cela, l'industrie est toujours pour l'homme une cause de dégénérescence, exception faite des professions agricoles.

L'homme sédentaire et le travailleur des campagnes sont épuisés l'un par l'inaction l'autre par un travail exagéré et une alimentation insuffisante.

Influence de l'age. — On divise souvent la vie en périodes correspondant aux différents âges ou mieux aux différents états de l'évolution individuelle.

La première enfance jusqu'à sept ans, la deuxième enfance jusqu'à la puberté, l'adolescence, la jeunesse, l'âge viril, l'âge mûr et la vieillesse.

Ces périodes ne peuvent en réalité correspondre à un nombre exact d'années. Leur durée varie avec chacun de nous. Il est constant que nous devons accomplir notre cycle complet s'étendant de la naissance à la mort, mais le chemin parcouru dans

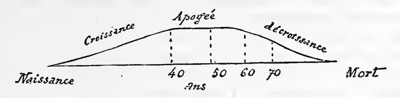


Fig. 1. — Courbe de l'évolution individuelle montrant le maintien du maximum de vitalité entre 40, 50 ans, et même au-delà, sous l'influence de l'exercice des facultés.

ce cycle à partir de la naissance est très variable et ne se compte pas par le nombre des ans. Tel est à son apogée à cinquante ans, tel autre est déjà dans sa phase décroissante. Nous aboutissons fatalement à la mort, mais nous y courons plus ou moins vite, nous y marchons par degrés plus ou moins rapides.

L'âge de l'état civil ne concorde presque jamais avec l'âge physiologique ; ce dernier seul est intéressant pour l'éducateur, il marque la place occupée dans l'évolution de l'individu et indique le chemin parcouru dans le cycle de la vie. Un quinquagénaire encore vert qui a encore trente ans à vivre est plus jeune qu'un homme de trente ans fatigué et fini à trente-cinq. La vitalité se mesure à la longévité et à la durée de la période d'évolution pendant laquelle on progresse.

L'éducation doit avoir justement pour effet de prolonger cette période de développement et de permettre à l'individu d'acquérir le maximum de perfection dont il est susceptible (fig. 1).

Toute méthode d'éducation hâtive, précoce, est mauvaise parce qu'elle produit la vieillesse prématurée.

Il faut prendre son temps, ne pas se hâter et avant tout tenir compte de l'âge physiologique pour faire agir au mieux les facteurs de l'éducation. L'âge se fait sentir par la moindre résistance à la fatigue, l'impressionnabilité, la diminution de la nutrition, la difficulté et la lenteur dans la réparation des pertes de l'organisme à la suite du travail. On prend avec le temps des habitudes difficiles à combattre et à changer. Les modifications sont de plus en plus lentes et légères, elles deviennent à un moment négligeables ; l'exercice doit chercher alors à conserver les facultés intactes et à retarder leur déchéance plutôt qu'à les améliorer.

On comprend l'énorme intérêt d'une éducation bien dirigée au début de la vie. Alors se forment les associations d'idées et les associations de mouvements ; il est bien difficile de détruire ou de changer celles-ci si elles ont été faussées dans l'enfance.

Néanmoins à tout âge on peut se perfectionner si l'on en a la volonté et si l'on y porte attention. L'âge vous fait perdre, il est vrai, les avantages de la passion et de l'audace ; mais, en compensation, il vous affermit le jugement, vous apprend à économiser les forces et à les mieux employer. L'expérience n'est pas un vain mot ; un homme mûr aboutit mieux à ses fins qu'un adolescent. Nous ne parlons pas de ces êtres incapables de progrès sur lesquels l'éducation n'a aucune prise, dont l'attention est dispersée et qui demeurent étrangers à tout effort. Il peut y avoir arrêt de développement des facultés morales comme il y a arrêt de croissance : ces faits sont du domaine de la pathologie.

Influence du sexe. — Les procédés d'éducation doivent être adaptés aux sexes ; les habitudes et les préjugés le veulent ainsi. Mais il y a plus, la femme doit remplir dans la société un rôle complémentaire de celui de l'homme. Le foyer la réclame, sa grande fonction est d'être mère ; si elle a le devoir d'être forte pour remplir cette mission, elle doit aussi avoir la grâce pour charmer et, de plus, être éclairée sur sa fonction. Son éducation est double, elle doit se perfectionner et apprendre à diriger sa famille future. C'est assez indiquer l'importance à donner à l'éducation de la jeune fille. De cette éducation frivole ou solide doit résulter l'avenir d'un peuple. Les différences

physiologiques créées par le sexe sont peu de chose à côté de ces considérations de premier ordre.

Tempérament. — Le tempérament dépend de la prédominance d'un appareil sur les autres. Les appareils sanguin, lymphatique ou nerveux peuvent ainsi l'emporter et donner lieu à des tempéraments correspondants.

Il y a même une prédominance bilieuse et musculaire. Tout surcroît d'activité dans un appareil spécial entraîne l'insuffisance des autres.

L'éducation doit chercher à établir la compensation en exerçant de préférence les parties faibles, elle ne peut avoir la prétention de changer absolument l'ordre des choses et de tout égaliser; cependant elle a une action assez puissante pour changer en partie le tempérament. Pour bien faire, l'éducateur doit tenir compte des prédominances et adapter ses moyens d'action à chaque tempérament, mais il doit chercher à les atténuer au lieu de les accuser davantage. Le nerveux diffère du lymphatique; on ne traite pas l'homme du Nord comme le Méridional, mais on peut s'efforcer de donner à chacun d'eux ce qui lui manque sans exagérer ses défauts.

L'âge atténue ou change le plus souvent les prédominances. Il y a des paresseux que l'on a tort de traiter en coupables; il faut plutôt les traiter en malades.

La même éducation ne peut s'appliquer à la lettre à des individus de tempéraments opposés, chacun doit ici chercher ce qui lui convient, il y a intérêt à classer les sujets par tempéraments, comme nous l'avons indiqué pour l'âge physiologique et à donner à ces groupes divers une éducation appropriée. C'est sur le régime, le rythme et la quantité de travail, le repos et l'alimentation que portera surtout l'adaptation convenable à chacun.

Alimentation. — L'alimentation est un facteur essentiel de l'éducation physique; elle agit suivant sa qualité et sa quantité, elle doit être d'autant plus riche que la dépense de l'organisme est plus considérable.

La nutrition est chose complexe. C'est d'elle que dépend le perfectionnement des organes. Il ne suffit pas de manger beaucoup, il faut s'alimenter; c'est en cela que l'exercice a une

influence énorme, il augmente l'activité des échanges nutritifs ; nous pouvons admettre que, normalement, ces échanges sont en raison de la dépense. Cela est vrai dans certaines limites ; l'excès de travail, le surmenage, n'agissent plus comme l'exercice modéré, ils altèrent ces rapports nutritifs, l'alimentation peut n'être pas suffisamment réparatrice. Il y aura lieu d'examiner de très près ces conditions.

Régime. — Le règlement de la vie est un facteur essentiel de la santé et de la vigueur. L'heure du lever et du coucher, les heures des repas, la distribution du temps, les moments donnés au repos et au sommeil, la régularité des occupations, le temps consacré aux soins du corps, tout cela influe sur notre état. Notre organisme s'accommode mal de changements continuels, c'est un effort nouveau qu'on lui épargne en prenant de bonnes habitudes régulières. Les travailleurs sérieux le savent, ils sacrifient leurs caprices et sont récompensés par des résultats certains ; la volonté et l'énergie doivent être aidés par l'habitude et le régime.

Le désordre de la vie est une cause de fatigue extérieure, il n'est pas compatible avec des travaux de longue haleine.

Activité. — Il faut agir, travailler, susciter l'effort, mais il faut agir avec mesure. Certaines professions ruinent la santé par excès de fatigue, d'autres par excès de sédentarité. Il y a une dose convenable à chacun et, sans se laisser aller aux conseils de la paresse, il est bon d'écouter les avertissements de la nature pour s'arrêter à temps. Les records, les concours entre jeunes gens, sont des excitants de l'amour-propre assez puissants pour masquer momentanément le besoin de repos, amener des accidents graves et nuire au développement cherché.

C'est dans l'alternance du repos et de l'activité qu'est le grand secret de la vigueur et de la résistance. On peut, grâce à une juste pondération, produire sans fatigue une somme énorme de travail. Si l'on n'y prenait garde, on prolongerait en vain l'action par un effort de volonté, les conséquences funestes du surmenage se produiraient fatalement. L'activité est essentielle, c'est la base de l'éducation physique, mais elle doit être réglementée pour chacun : c'est une grossière erreur de penser qu'en

multipliant les heures d'activité on augmentera le travail utile en proportion.

Tels sont les principaux moyens à notre disposition pour obtenir des modifications salutaires chez l'homme.

DURÉE OU PERSÉVÉRANCE DANS L'EFFORT. — L'effet bienfaisant de l'exercice dépend absolument de l'état de l'individu, cet état dépend lui-même des facteurs énoncés précédemment. N'oublions pas d'insister sur la condition la plus essentielle, trop souvent oubliée : le temps nécessaire pour obtenir des résultats. Les modifications sont lentes, mais certaines ; pour cela les causes d'amélioration doivent avoir une action prolongée, continue et l'emporter sur les causes de dégénérescence.

Il faut être persévérant, c'est là une condition nécessaire du succès ; la volonté continue est une qualité maîtresse que rien ne remplace. Il est peut-être plus commode de croire à l'effet magique des préparations pharmaceutiques pour relever la force chancelante ; il est aussi plus aisé de se contenter de leur effet immédiat sans s'inquiéter du lendemain.

Malheureusement ce n'est pas la réalité; pour s'améliorer, il faut un facteur essentiel, l'effort personnel ; aucun médicament ne peut le remplacer. Il faut renoncer à la fonction d'éducateur si on agit par à-coups, si l'on est esclave des caprices de son élève, en lui évitant la peine à tout prix, pour se contenter de l'amuser.

L'éducation est un appel à la virilité, ce n'est ni de la pathologie ni de la thérapeutique.

DEUXIÈME PARTIE

EFFETS DE L'ÉDUCATION SUR LES FONCTIONS DE LA VIE

Idée générale de la vie. — L'éducation physique dans sa conception la plus générale est l'éducation des fonctions de la vie ; nous l'avons indiqué précédemment.

Les êtres vivants obéissent à des lois communes, ils ont des fonctions multiples à remplir pour se conserver et se multiplier.

La vie n'est pas ce qu'on a cru longtemps : un je ne sais quoi, une flamme qui vivifie l'être, une puissance surajoutée au corps et qui se sépare de lui ou s'éteint le jour de la mort.

La vie, pour un physiologiste, c'est la résultante des fonctions, elle n'existe pas en dehors de celles-ci et nécessite, pour se manifester, des conditions complexes d'état des organes et du milieu.

Une horloge consomme peu à peu l'énergie emmagasinée dans ses ressorts par la main de celui qui la remonte ; elle s'arrête lorsque ses ressorts sont détendus.

L'homme, au contraire, doit puiser à chaque instant son énergie, la source de son activité, dans un échange constant avec le monde extérieur. La suspension nomentanée de ce travail intime entraîne pour lui la mort immédiate et irrémédiable.

Fonctions et conditions de la vie. — Dans les organismes inférieurs, les rapports et échanges avec le monde extérieur sont simples et ne nécessitent pas grand appareil. Dans les orga-

nismes élevés, la division du travail est extrême, des organes spéciaux sont préposés à des fonctions multiples.

La cellule vivante ou la matière vivante à l'état rudimentaire possède à elle seule les propriétés multiples des organismes élevés, l'irritabilité, le mouvement, les échanges nutritifs, le travail d'assimilation et de désassimilation sont confus, imparfaits, mais existent cependant dans les êtres inférieurs.

Division du travail dans les organismes élevés. — Chez l'homme, des organes spéciaux sont chargés de chacune de ces fonctions, et cette division du travail amène une fonction plus parfaite. L'irritabilité, avec le pouvoir de réagir, est confiée au système nerveux et à ses annexes, le mouvement aux muscles, les échanges nutritifs aux appareils de la digestion, de la circulation et de la respiration, le rejet des produits du travail de désassimilation à la peau, aux reins et aux poumons.

Tous les organes vivent dans une certaine dépendance, les organes meurent les uns après les autres, et quelques fonctions subsistent quelque temps encore après la mort.

Mais cette indépendance est illusoire, un organe détaché de l'animal ne lui survit pas longtemps, chaque cellule vit pour son propre compte et aussi pour l'ensemble des autres cellules, pour l'être entier ; c'est une république bien assise où l'individu est obligé de travailler pour la société sous peine de mort.

Relations entre les fonctions. — Les organes sont solidaires, les fonctions sont intimement liées, on ne peut imaginer l'altération de l'une sans que le contre-coup de cette altération se fasse sentir sur toutes les autres. Mais l'indépendance relative des fonctions permet d'agir séparément sur chacune d'elles pour les perfectionner.

Si la fibre musculaire ou la cellule nerveuse trouvent les conditions nécessaires à l'accroissement ou à l'entretien de la fonction, peu importe d'où viennent ces conditions, elles sont satisfaisantes, voilà tout. Cela montre le peu d'importance des moyens employés, naturels ou artificiels; ils seront bons pourvu que les conditions précédentes soient remplies.

Le mouvement influe sur toutes les autres fonctions. — La

manifestation la plus frappante de la vie, c'est le mouvement. Volontaire ou non, il est finalement le résultat d'une excitation extérieure ou centrale, de l'activité intellectuelle, d'une passion ou de notre sensibilité.

La cause de ce mouvement est inconnue, mais elle n'est pas plus mystérieuse que le mouvement produit dans nos machines motrices. La machine humaine ne peut créer du travail plus qu'une autre, elle ne peut que transformer l'énergie.

Le sang renferme des matières hydrocarbonées analogues à l'huile de nos lampes, au charbon de nos foyers, il contient aussi de l'oxygène qui, se combinant avec elles, produit leur combustion, source de chaleur et de travail ; la contraction musculaire et le mouvememt sont la conséquence de ce travail physiologique. La volonté provoque le mouvement, comme l'étincelle électrique provoque une détlagration dans un composé instable, une matière explosive. Les nerfs apportent cet excitant jusque dans les éléments intimes du muscle. Après l'explosion, c'est-à-dire après le mouvement, on retrouve l'hydrogène, le carbone, l'oxygène combinés à l'état d'eau et d'acide carbonique, et l'on constate une élévation de température. La substance des tissus n'a pas été épargnée dans cette combustion, elle subit un état d'oxydation plus ou moins intense et donne lieu à des déchets.

Le sang doit circuler sans cesse pour apporter de nouveaux matériaux de combustion nécessaires au mouvement, réparer les pertes subies par les tissus, accroître ceux-ci et les débarrasser des déchets devenus nuisibles.

Le sang est en mouvement dans l'appareil spécial de la circulation. Au fur et à mesure qu'il traverse les organes, il perd ses éléments de travail et sa richesse nourricière, il s'appauvrit ; il se charge aussi de résidus analogues aux cendres de nos foyers ; il devient impur.

Deux fonctions sont alors indispensables à l'entretien du mouvement : recharger le sang de matériaux de réparation et de combustion et le débarrasser des résidus des combustions antérieures.

Ce sont les fonctions d'assimilation et les fonctions d'excrétion. Par la digestion et l'absorption nous faisons passer dans le sang les produits nécessaires au travail, à la chaleur et à la

nutrition des tissus, après les avoir puisés dans le monde extérieur sous forme d'aliments. Nous puisons aussi dans l'air, par la respiration, l'élément comburant par excellence, l'oxygène, et nous nous débarrassons par la même voie de l'eau en excès et de l'acide carbonique. Les autres résidus de la digestion et des combustions au sein des tissus sont expulsés par des voies spéciales.

Le mouvement peut ainsi trouver au sein de l'organisme une source qui l'alimente, il s'entretient avec les matériaux puisés au dehors ; à ce point de vue, l'homme est assimilable à nos machines, mais avec cette différence caractéristique de l'être vivant : à savoir la faculté de se développer, de s'adapter à la forme du travail, de réparer l'usure de ses organes et de pouvoir se reproduire.

En résumé, la volonté commande le mouvement, mais celui-ci ne peut se produire sans l'apport de matériaux indispensables; le mouvement à son tour exerce une influence réciproque sur les fonctions chargées de l'entretenir. Ce fait s'explique facilement par la corrélation entre celles-ci. Tout mouvement est une dépense de travail, et toute dépense de travail est un appel aux organes chargés de la nutrition.

Le mouvement peut ainsi donner l'harmonie ou apporter le désordre dans les grandes fonctions de la vie, cela dépend de sa nature et de la façon de l'appliquer.

Voilà tout le secret de l'éducation physique au point de vue de l'hygiène.

Le tableau suivant permet d'embrasser d'un coup d'œil les rapports et la subordination des fonctions.

Subordination des fonctions de l'organisme humain.

I
SYSTÈME NERVEUX

Organes : Cerveau et centres nerveux, moelle, nerfs.
Fonctions : Vie consciente; Volonté, Sensibilité. Vie inconsciente; Nutrition, vie organique.

II
APPAREIL DE LA VIE DE RELATION

ORGANES : Organes du mouvement, organes des sens.
Fonctions : Rapports avec le monde extérieur, locomotion, connaissance du milieu.

III
APPAREIL DE LA NUTRITION

Fonctions : Echanges chimiques avec le milieu environnant. — Alimentation. Conservation et accroissement de l'individu; entretien des fonctions de mouvement; réparation des pertes subies par l'organisme; se divisent en deux grandes fonctions :

FONCTIONS D'ASSIMILATION

a) *Appareil de la circulation.*

ORGANES : Sang, Cœur, Vaisseaux, Système lymphatique.

Fonctions: Nutrition des éléments des tissus; conservation de l'intégrité des organes, de la température du corps et du potentiel.

b) *Appareil digestif.*

ORGANES : De la mastication, de la digestion, de l'assimilation.

Fonctions : Conservation de la composition normale des liquides nourriciers.

c) *Appareil respiratoire.*

ORGANES : Poumons et annexes, muscles moteurs du poumon.

Fonctions : Oxygénation du sang.

FONCTIONS DE DÉSASSIMILATION

Appareil d'excrétion.

ORGANES : Rein, poumon, peau, tube digestif.

Fonctions : Rejet à l'extérieur des résidus inutiles et nuisibles provenant des autres fonctions : résidus des aliments, résidus des combustions dans les tissus et dans le sang.

IV
APPAREIL DE LA REPRODUCTION

ORGANES : Génitaux.
Fonctions: Conservation de la race.

CHAPITRE PREMIER

CONDITIONS HYGIÉNIQUES DE L'EXERCICE
INFLUENCE DE L'EXERCICE SUR LES PRINCIPALES FONCTIONS
FONCTIONS DE NUTRITION

§ 1er. — *Éducation de l'appareil digestif.*

Conditions nécessaires a une bonne digestion. — Suivant la loi naturelle, nous existons aux dépens de la vie d'autres êtres dont nous nous assimilons la substance au moyen des opérations de la digestion. Nos aliments sont des animaux, des végétaux et des minéraux tirés de la nature ; ils doivent subir une préparation, être soumis à la cuisson et mélangés à des condiments avant d'être absorbés sous forme de mets.

Bien macher. — La première opération consiste à les diviser, à les broyer avec les dents et à les imprégner de salive avant de les déglutir.

Cette opération est très importante, il ne faut pas se contenter d'avaler gloutonnement les aliments mis dans la bouche sous peine d'avoir des digestions pénibles.

La chute des dents est désastreuse à ce point de vue ; les dentiers artificiels ne sont pas seulement un sacrifice à la coquetterie, ils ont leur utilité certaine. Bien des vieillards peuvent s'alimenter normalement et prolonger leur vie grâce à ces instruments de prothèse ; ils continuent à pouvoir mastiquer les aliments les plus variés jusque dans un âge avancé, ce qui contribue efficacement à leur nutrition.

Soins de la bouche et des dents. — On néglige malheureusement les soins de la bouche et des dents. Les jeunes gens n'en prennent aucun souci ; il leur serait bien facile par des soins de

propreté journaliers d'éviter les accidents de la carie dentaire, d'y remédier à la première apparition et de conserver ainsi longtemps leur dents saines.

On regrette plus tard cette négligence ; on la paie cher par les souffrances intolérables des maux de dents et les funestes conséquences de leur chute.

Salivation. — Le mélange de la salive avec le bol alimentaire commence les opérations de la digestion par la dissolution des matières amylacées, sucre, fécule, amidon. Si l'on se hâte d'avaler, on précipite cette opération, elle se fait mal, la digestion peut être troublée et ralentie, puisque les aliments ne rencontreront plus dans le tube digestif la diastase qui possède cette propriété dissolvante.

L'exercice très violent dessèche la bouche, tarit la sécrétion de la salive ; à ce moment, il serait nuisible de manger. Une habitude mauvaise généralement répandue, c'est de cracher sans raison, d'exciter constamment les glandes salivaires pour en perdre le produit. On la rencontre surtout chez les fumeurs et chiqueurs de tabac. La salive peut être utilement excitée après le repas en suçant du sucre d'orge ou des bonbons parfumés aux jus de fruits ; dans ce cas, la salive devient abondante, mais on l'avale, elle produit encore son effet sur les aliments ingérés.

Ceux-ci, une fois déglutis et précipités dans le pharynx sous la forme du bol alimentaire, cheminent jusqu'à l'estomac, et la digestion stomacale et intestinale commence.

Moment favorable pour se livrer a l'exercice. — On doit ici formuler un principe des plus importants, c'est le temps qu'il convient de laisser entre les repas et l'exercice.

Une expérience classique consiste à donner à deux chiens, d'égale vigueur, un repas copieux, à laisser l'un se reposer et à soumettre l'autre à une course rapide et prolongée, et à les sacrifier ensuite, deux heures après, pour vérifier l'état de leur digestion. Chez le chien inactif, on constate une digestion stomacale presque achevée, la digestion intestinale commencée ; chez le chien fatigué, les aliments se retrouvent presque intacts dans l'estomac.

Eviter l'exercice immédiatement avant et après le repas. — On a pu vérifier chez un Canadien blessé par un coup de mousquet la vérité de ces faits chez l'homme ; l'exercice modifie l'acidité du suc gastrique et en tarit même la secrétion ; l'apport excessif du sang aux muscles empêche la congestion de l'estomac, congestion indispensable à la digestion ; pour toutes ces raisons, il ne faut jamais se livrer à un exercice violent immédiatement après les repas. Il convient de laisser un intervalle d'au moins deux heures, afin d'éviter des accidents graves, quelquefois mortels.

Pour les mêmes raisons, il faut éviter de faire un exercice violent immédiatement avant le repas ; le moment le plus favorable serait les deux heures qui précèdent le dîner, vers 3 ou 4 heures de l'après-midi.

L'organisme à jeun présente un état de faible résistance. Après le repas léger du matin, alors qu'il doit s'écouler avant le déjeuner un long intervalle de temps, si l'on vient à faire un exercice violent, la sudation et les exhalations abondantes qui les accompagnent ont pour conséquence de diminuer la tension du sang dans le système circulatoire, d'augmenter sa densité et de placer avant tout l'organisme dans les conditions les plus propices à l'absorption. Ces conditions sont avantageuses lorsqu'elles se trouvent réunies au début d'un repas important comme le dîner : elles sont de nature à accélérer les phénomènes de l'osmose intestinale et le passage dans le système vasculaire des aliments digérés ; mais à jeun elles peuvent introduire chez l'être faible quelques principes contagieux qui pullulent dans les cités ou habitations encombrées.

Le médecin n'ira pas à la visite d'hôpital à jeun ; il serait dans un état de moindre résistance et plus à même de recevoir les germes de contagion.

Cette action sur la progression du chyle et l'absorption est bien manifeste quand on se livre à l'exercice après le repas. J'en avais moi-même la preuve lorsque je faisais partie des sociétés de gymnastique. Composées, pour la plupart, de jeunes travailleurs dont la journée est occupée à gagner leur vie, ces sociétés ont leurs réunions le soir de 9 heures à 11 heures. On se presse pour arriver au début, on dîne vite et l'on se met au travail la digestion à peine terminée. Voici l'effet que me pro-

duisait cette précipitation : vers 10 heures et demie, j'étais pris de fringale et, rentré chez moi, j'étais obligé de faire un nouveau repas; la progression des aliments et l'absorption était plus rapide que de coutume : de là cette sensation de faim; cette progression du chyle s'explique par le mouvement et la compression exercée sur les viscères par les muscles abdominaux.

Jeune, état d'inanition. — L'inanition et le jeûne vous mettent dans un état incompatible avec l'activité. On ne peut dépenser de l'énergie sans avoir fait provision de matériaux pour la produire, au risque de vivre sur ses réserves et de dépérir.

Les centres nerveux surtout ont besoin d'un sang riche pour les alimenter ; l'inanition appauvrissant le sang, on voit bientôt apparaître des vertiges, des syncopes même si cet état s'aggrave.

Les expériences du Succi et de Merlati, jeûneurs de profession, ont montré qu'on pouvait vivre quelque temps sans s'alimenter, mais on n'en connaît pas encore le fin mot et l'on sait qu'ils absorbaient des aliments liquides et des substances qui retardaient la dessassimilation, comme le kola.

Les fakirs de l'Inde se font ensevelir vivants et subsistent ainsi des mois entiers sans prendre de nourriture, mais ils restent absolument immobiles, et le seul travail dépensé consiste dans les mouvements du cœur et de la respiration, c'est-à-dire qu'il est presque nul.

Influence du froid sur la digestion. — Le refroidissement après un repas cause dans la digestion des troubles plus graves que l'exercice violent. Quand la digestion commence, il nous passe quelquefois un léger frisson, le sang afflue aux organes abdominaux et abandonne la périphérie. Si nous nous refroidissons à ce moment, le travail de la digestion peut s'arrêter net et causer une grave indisposition. Le moindre inconvénient consistera dans le ballonnement du ventre, des coliques et une diarrhée subite. Il n'y a pas là un simple phénomène de congestion et d'anémie des organes dû à la vaso-constriction des vaisseaux périphériques ; la nature des ferments nécessaires à

la digestion normale doit certainement changer et modifier ainsi le travail chimique.

Généralement on évite ces inconvénients l'hiver en passant de la salle à manger dans une salle de billard ou un salon chauffé, on prend du café et du thé comme boissons toniques et l'on fait un léger exercice après le repas. Pour éviter le froid, les marins et les ouvriers des champs se couvrent l'abdomen d'une ceinture de flanelle.

La chaleur est nécessaire à la digestion, mais il ne faut pas surchauffer les salles à manger ; sinon la tête se congestionne, et l'on doit toujours avoir tête fraîche et pieds chauds.

Danger du bain après le repas. — L'effet d'un bain pris après le repas peut être mortel. Combien de jeunes gens périssent victimes de leur imprudence et se noient par suite de congestion provoquée par un bain froid. Une émotion, une colère peuvent avoir aussi dans ces conditions de funestes conséquences.

On ne peut demander à plusieurs fonctions de s'exercer à la fois sans se contrarier. Lire, discuter, travailler en mangeant sont des habitudes détestables, incompatibles avec une bonne hygiène ; la conversation facile et la gaîté sont avant tout à recommander.

Fréquence et régularité des repas. — Pour se bien porter il faut régler son alimentation, fixer la fréquence des repas, l'abondance et la qualité des aliments.

Par l'habitude on arrive à régler sa faim avec sa montre et à ne plus manger à toute heure.

Trois repas par jour suffisent : le premier au lever vers 7 heures, le plus important à 11 heures et un troisième plus léger vers 6 heures. La régularité des repas est aussi importante que celle des heures de coucher et de lever. En dehors des repas, aucune ingestion d'aliments ni de boissons. On mange pour vivre, on doit manger sainement pour vivre sainement. La sobriété est la condition essentielle de la vigueur physique et morale.

Si nous écoutons nos cuisiniers et leur laissons le soin de confectionner les menus de nos repas, nous sommes sûrement condamnés à un véritable surmenage des fonctions digestives.

On meurt de trop de nourriture plutôt que de faim. L'embonpoint n'est pas l'indice sûr d'une bonne santé, c'est la conséquence d'une alimentation forcée et d'une oisiveté relative; c'est la première étape de l'obésité, maladie réelle.

La graisse est la première chose dont nous devons nous débarrasser si nous voulons être agiles et vigoureux : ne la recherchons donc pas et surtout ne la considérons pas comme la marque de la vigueur.

Effets de l'alimentation intensive. — Les zootechniciens connaissent l'importance qu'il faut donner à l'influence de la nourriture sur le développement des caractères d'une race. Tel animal qui demande une année pour acquérir sa taille et sa grosseur l'atteint en quelques mois avec l'alimentation intensive. Celle-ci amène la précocité ; si les fonctions de nutrition s'exaltent, les fonctions de relation s'amoindrissent, la fécondité est diminuée. En général, la masse du corps s'accroît, mais toutes les parties du corps ne profitent pas également de cet accroissement. Le système épithélial se développe. Le tronc grossit plus que les membres et la tête. Le squelette n'augmente pas dans les mêmes proportions, les os deviennent plus denses, mais restent relativement plus petits ; c'est pourquoi l'on dit souvent des gens obèses qu'ils ont de petits os. L'alimentation forcée sans exercice s'accompagne d'une indolence et d'une incapacité de travail notoires. Les chiens gâtés par leurs maîtres, toujours dans un état de réplétion, ne font que dormir ; ils deviennent incapables de trouver seuls leur nourriture et sont accablés de maladies.

Conditions d'une bonne alimentation. — Il faut boire aussi peu que possible en mangeant, jamais sans soif ni au début des repas. On a la mauvais habitude de noyer ses aliments dans des quantités de liquide ; on nuit ainsi à l'action des sucs de la digestion en les délayant.

Les animaux se gardent de mélanger les aliments solides avec les aliments liquides ; nous les voyons boire après avoir mangé, quelquefois longtemps après. Nous ne parlons pas des apéritifs : ce sont d'agréables poisons au moyen desquels le commerce sans vergogne exploite la crédulité publique. L'alcool n'est pas répa-

rateur, il excite l'estomac à fonctionner à vide et, si l'on n'ingère pas aussitôt les aliments, ce travail est perdu et amène bientôt une fatigue des organes digestifs. L'alcool tue lentement et extermine la race à coup sûr : si l'on ne réagit point contre l'infâme exploitation de l'ivrognerie, un jour viendra où il n'y aura plus que des infirmes. On pourrait en dire autant du tabac dont l'effet sur les fonctions digestives n'est pas meilleur. Il y a au Japon une loi sévère qui interdit l'usage du tabac aux jeunes gens avant l'âge de vingt ans. Nous ferions bien d'adopter chez nous cette sage mesure[1].

Les aliments doivent réparer les pertes subies par l'organisme, pertes consistant en usure des tissus et en dépense de travail. Les aliments doivent servir aussi à l'accroissement et au développement de l'individu jusqu'à l'âge adulte.

La variété des aliments n'a pas seulement pour but d'exciter notre appétit, elle est nécessaire pour répondre aux exigences de la nutrition. Il ne suffit pas d'absorber de la nourriture, il faut se l'assimiler, elle doit être conforme en qualité et en quantité à la réparation de nos tissus.

On ne peut vivre de graisse, de sucre, ou d'alcool ; la nourriture animale exclusive a des inconvénients sérieux, il y a des aliments complets et incomplets ; d'ailleurs, nous n'en assimilons qu'une partie et devons rejeter le reste sous forme d'excréments. Les viandes et végétaux, sels, fécules et sucres, sont nécessaires ; les liqueurs, les boissons fermentées et épices de haut goût doivent être laissés de côté.

Ration alimentaire. — La ration alimentaire doit varier avec notre travail. Si nous utilisons les aliments ingérés et si nous éliminons les déchets, le corps reste stationnaire. Si la désassimilation n'est pas en rapport avec l'assimilation, le poids du corps augmente, et si l'alimentation est excessive, une partie des aliments se retrouve dans les excréments, les organes digestifs se fatiguent et deviennent malades, il y a pléthore.

L'hygiène de l'alimentation doit tenir compte de tout cela, elle doit aussi tenir compte de la composition du corps, afin d'établir une ration alimentaire normale.

1. Dr Yamané, *L'Education physique au Japon.*

La composition chimique moyenne du corps est à peu près 65,7 d'eau, 18,15 de carbone, 2,7 d'hydrogène, 2,6 d'azote, 6,5 d'oxygène, 4,7 de cendres.

L'eau entre ainsi en grande partie dans les conditions de notre vie, et nous en perdons journellement beaucoup (2.500 centimètres cubes en moyenne par vingt-quatre heures).

L'élimination de cette eau se fait par les reins (1.500 centimètres cubes), par l'intestin (100), par la peau et les poumons (800 à 900).

Pour réparer cette perte d'eau, nous en ingérons en moyenne 1 litre et demi à 2 litres comme boisson, un demi-litre dans les aliments solides.

L'eau ne doit pas être chimiquement pure. L'eau distillée est nocive : elle dissout des sels utiles à la vie des tissus. L'eau doit être minéralisée et aérée.

La ration alimentaire moyenne par vingt-quatre heures est ainsi composée de :

Eau	2.818
Principes minéraux	32
Albuminoïdes	120
Graisses	90
Hydrocarbures	330
	3.390

Les principes minéraux sont absorbés sous forme de chlorure de sodium ou sel de cuisine. Les aliments doivent être cuits avec le sel, la salaison après cuisson ne produit pas les mêmes effets[1]; les aliments animaux et végétaux contiennent aussi des traces de fer, de soufre, phosphore, iode, arsenic.

Les albuminoïdes se trouvent dans la viande sous forme de fibrine, dans le fromage et les œufs (albumine), le pain (gluten).

Les graisses s'absorbent en nature, c'est l'huile, le beurre.

Les hydrocarbures sont le sucre, l'amidon, les gommes, l'alcool.

Régime animal. — L'alimentation exclusivement azotée doit être très abondante pour que le corps se maintienne dans le

1. Pagès, *Les Méthodes pratiques en zootechnie.*

statu quo; elle doit être plus considérable encore pour qu'il engraisse. Si l'on ajoute de la graisse à l'alimentation, les mêmes résultats peuvent être obtenus avec trois ou quatre fois moins d'albuminoïdes.

Le régime exclusivement animal a d'autres inconvénients : il constipe ou produit des inflammations du tube digestif, il est insuffisant au point de vue nutritif. Harting s'était astreint au régime presque exclusif de la viande, il constata chez lui un degré extrême de faiblesse musculaire. Nous avons fait la même expérience sur nous-même ; elle ne nous a pas réussi : des diarrhées fréquentes avec manque d'appétit et faiblesse musculaire nous ont forcé d'abandonner ce régime. Notre tempérament arthritique était peut être la cause de cette intolérance.

Régime végétal. — La nécessité d'un régime mixte, animal et végétal, peut-être considérée comme démontrée. Les hydrocarbures, le sucre, les graisses, les aliments thermogènes en un mot, doivent tenir une place très grande dans l'alimentation du travailleur. C'est à leur source qu'il doit surtout puiser les éléments réparateurs de son énergie musculaire et non pas dans les aliments albuminoïdes, comme on le croit généralement, le régime végétarien donnerait d'après Fisher une endurance plus certaine.

Le sucre est un aliment de travail très actif, beaucoup plus actif que les excitants alcooliques.

Il est bien entendu qu'un régime hydrocarboné exclusif est incomplet : on ne peut s'alimenter avec du sucre et de la graisse, on doit y joindre des matières albuminoïdes contenues dans les céréales ou dans la chair des animaux. Ce sont des aliments plastiques destinés à réparer l'usure de nos tissus.

On voit dans les régions du Nord les ouvriers se nourrir presque exclusivement de pain et de lard ; cela passe, mais on ne peut se nourrir seulement de pommes de terre sans se débiliter. La farine d'avoine peut être un aliment complet, comme le lait et les œufs; les Anglais en usent beaucoup dans leur nourriture d'entraînement.

Les pains de gruau sont incomplets: on n'y conserve que l'amidon, le gluten et le son ont été triés en partie.

Les bouillons de viande se composent d'eau, de gélatine et de

sels minéraux; la fibrine reste dans le bouilli coagulée par la chaleur. Ces bouillons n'ont presque aucune propriété nutritive, les extraits de viande ont même été jugés toxiques, il faut leur laisser de la graisse, y ajouter des pâtes de gluten, des sels minéraux et quelquefois du fromage rapé pour les rendre alimentaires. Les infusions de céréales ont une propriété nutritive très favorable à la croissance des enfants, surtout si l'on y joint des hyperphosphates; les potages bien cuits composés de légumes frais, de féculents et de viande sont des mets savoureux, digestifs et très hygéniques, ils ont peut-être l'inconvénient d'avoir trop de volume et de renfermer trop de liquide.

Ils doivent être d'une température modérée et ne pas trop contenir de graisse. L'idéal serait évidemment de donner à l'aliment une propriété nutritive maximum sous un volume minimum. Les œufs, le fromage remplissent cette condition; l'inconvénient de cette alimentation concentrée est de causer la constipation. Les légumes présentent une action nutritive faible; il en faut absorber beaucoup pour s'alimenter. Cela a l'inconvénient de développer l'abdomen, ils sont cependant nécessaires; mélangés à la viande, ils permettent à l'intestin d'expulser plus facilement les résidus de la digestion et remédient à la constipation causée par le régime animal pur.

Boissons. — Les boissons préférées en mangeant sont la bière et le vin. Il y a à ce sujet des préjugés enracinés. On les croit indispensables à la santé et à la vigueur. Ce ne sont en réalité que des excitants dont on a pris l'habitude; ils agissent en raison de l'alcool et de l'acide carbonique qu'ils contiennent.

On fera bien de s'en passer et de revenir à l'eau pure. Il faut seulement choisir cette eau et la prendre en petite quantité.

On se trouve bien de boire après le repas et de le terminer par un thé ou un café légers. Ces derniers ont une action excitante différente de l'alcool, elle n'est que passagère et ne laisse aucune trace dans le système vasculaire ou le système nerveux.

Les infusions de thé ou de café tirent aussi leur action hygiénique de la température à laquelle on les prend; elles doivent être absorbées en petite quantité, pour éviter de noyer les aliments et de diluer les sucs digestifs dans un liquide neutre.

Les glaces ou sorbets pris après le repas sont un excitant très

actif, ils agissent sur la sensibilité de la muqueuse de l'estomac et sur la circulation dans les vaisseaux. L'effet du froid est double : au début contraction vasculaire ; puis réaction, dilatation des vaisseaux, circulation plus active. Les glaces favorisent ainsi la digestion, à la condition de n'être pas en trop grande abondance et de contenir du sucre en quantité suffisante.

Mais l'eau froide glacée absorbée à jeun, surtout après l'exercice, peut avoir une action mortelle, aussi dangereuse qu'un bain pris après un repas. La manie de boire sans soif surmène le rein et devient une cause fréquente de dyspepsie.

Choix des aliments. — Au sujet du mode d'alimentation, les indications données par la chimie sont des indications tout à fait incomplètes, et la composition chimique d'un aliment ne suffit pas pour assurer sa valeur nutritive.

L'aliment doit être substantiel, mais il doit être digestif; il doit plaire au goût; le choix des mets et la manière de les apprêter sont loin d'être négligeables. Chacun a ses aliments préférés, chaque jour même nos goûts varient.

Il y a quelquefois caprice, mais souvent nous sommes poussés instinctivement vers l'aliment qui nous convient. Nous digérons mal un mets qui nous répugne ; sa composition chimique peut être bonne, il peut renfermer la dose suffisante d'azote et de carbone, mais pourtant il ne sera pas assimilé. Notre organisme est plus délicat que la balance du chimiste, il est sensible à des impressions sapides, impressions qui retentissent sur les organes digestifs, les excitent et contribuent à leur bon ou mauvais fonctionnement.

L'odeur d'un mets succulent nous ouvre l'appétit, l'eau nous vient à la bouche, l'estomac se prépare à le recevoir. La vue d'un aliment détesté nous donne la nausée, nous sommes impuissants à réprimer ces impressions plus fortes que notre volonté.

Gourmandise. — Je n'excuse pas ici la gourmandise, je l'explique par la raison de nos répugnances et je fais la part de ce qu'il y a de fondé dans cette passion. Il est mauvais de s'exciter par des mets trop succulents à manger outre mesure : on s'expose à la réplétion et à ses conséquences fâcheuses; d'autre

part, ne pas varier ses aliments, les mal préparer, est une fatigue pour l'estomac et une cause de mauvaise nutrition.

Il faut stimuler l'appétit, mais non l'assouvir, on doit quitter la table avec une sensation de légèreté et de vigueur, rester sur sa faim au lieu d'être alourdi par un excès de bonne chère.

Sieste. On peut se laisser aller à faire sa sieste ; cela devient une habitude chez quelques-uns, mais la sieste n'est pas l'assoupissement de plomb produit par un repas trop copieux et des libations trop abondantes.

Gouts divers. — L'estomac a ses caprices et ses exigences ; chacun a son tempérament et ses petites recettes personnelles. Il faut se connaître pour bien se porter. Les prédispositions arthritiques refusent la viande en excès ; il leur faut des ragoûts bien cuits au lieu de viandes grillées; les digestions acides se trouvent fort mal des salades ou des fruits verts, il leur faut des compotes et des légumes cuits à l'étuvée. Les tempéraments bilieux ne peuvent supporter la graisse ou l'huile, tandis que d'autres en raffolent.

Toutes ces divergences s'expliquent, les aliments sont transformés dans le laboratoire intérieur de nos organes digestifs, mais cette élaboration varie avec les individus; la transformation des substances alimentaires en chyle, leur absorption, dépendent des phénomènes intimes de l'assimilation et de la désassimilation. Les aliments sont au service de celles-ci, ils varient donc suivant le degré et la nature des pertes subies par l'organisme, suivant le travail et suivant la constitution. Les ferments, qui jouent un si grand rôle dans la digestion, changent constamment avec l'état psychique lui-même.

Alimentation trop riche. — Une alimentation trop riche peut amener de graves désordres lorsqu'elle n'est pas justifiée par un travail proportionnel, elle cause les maladies inflammatoires des organes de la digestion, des surcharges de l'organisme sous forme de tissu adipeux (graisse) et de calculs (goutte et gravelle).

Une alimentation trop pauvre produit la maigreur et l'émaciation accompagnée de faiblesse et de prédisposition aux

maladies infectieuses, à la tuberculose et à l'anémie : c'est la condition des malheureux surmenés par un travail excessif et que la misère prive d'une nourriture suffisante.

Mais ce cas est rare à l'époque actuelle, on ne meurt plus de faim, on meurt plutôt de trop manger.

Dans l'enfance, l'activité de la nutrition s'explique par la croissance : l'enfant a besoin de manger sans cesse pour grandir, ses organes digestifs sont extrêmement volumineux ; le lait, sa nourriture normale, contient des principes combustibles et des principes plastiques dans le rapport de 4 à 1 ; cette activité de la nutrition n'existe plus chez l'adulte, à moins qu'elle ne soit provoquée par une grande dépense de travail.

Les athlètes anciens avaient des appétits féroces, ils mangeaient avec une gloutonnerie contre laquelle s'élèvent les médecins de l'antiquité. Le développement musculaire et la dépense de travail étaient l'excuse de ces appétits démesurés.

Mais il ne suffit pas de manger beaucoup et de faire passer des quantités d'aliments dans le tube digestif, il faut se les assimiler, les transformer en travail ou en tissus. Dans le cas où l'on ne travaille pas suffisamment, la graisse se développe. Selon Bouchard, sur 86 obèses, il y a 31 cas héréditaires et une proportion de 62 femmes obèses pour 24 hommes. Chambers compte sur 38 obèses, 29 cas héréditaires.

De Saint-Germain attribue au veuvage un effet inverse sur les deux sexes ; les hommes engraissent et les femmes maigrissent. Remarque qui peut avoir son utilité : le poids normal d'un sujet devrait être en kilogrammes à peu près égal au nombre de centimètres de sa taille diminué de 100. Ceux qui ont une tendance naturelle à l'obésité doivent suivre un régime sévère s'ils ne veulent pas engraisser outre mesure. Il leur faut une grande volonté pour résister à l'entraînement de leur appétit, à la soif intense et triompher de leur répugnance pour l'exercice.

Régime d'un obèse. — Il faut dans ce cas abandonner les soi-disants remèdes pour maigrir, ils altèrent la santé en agissant sur la nutrition ; le seul remède efficace est de s'abstenir d'excès de boisson et de nourriture, et d'avoir encore une vie très active.

Voici le régime préconisé contre l'obésité par le Dr Saint-Germain.

Point de longues siestes au lit, sept heures de sommeil suffisent; se lever de bon matin, faire de l'exercice jusqu'à la sueur, le faire suivre d'une lotion ou d'une friction. Point de repas du matin, déjeuner à midi de deux œufs à la coque, une côtelette de mouton avec salade, un fruit, une tasse de café sans sucre et sans eau-de-vie; ni pain ni vin. Ne rien prendre entre les repas. Dîner à 7 heures : point de potage, un plat de viande, un plat de légumes verts et frais, un fruit, ni pain ni vin.

Se peser toutes les semaines au moins, pour se rendre compte de l'influence du traitement. Ce dernier est excessivement pénible à suivre régulièrement, mais il est sûr. Il faut une grande énergie pour résister aux invitations et aux conseils de vos amis qui ne ménagent pas leurs railleries. C'est cependant le seul régime efficace; l'exercice est le moyen par excellence pour consumer activement les aliments hydrocarbonés, éviter le dépôt de la graisse dans les tissus. Il est un moyen certain de combattre aussi les dangers d'une absorption excessive des aliments azotés, c'est-à-dire la goutte, la gravelle, et de guérir la constipation.

Une bonne alimentation accompagnée d'exercice fait disparaître la nervosité; l'excitabilité est le résultat d'une mauvaise nutrition des centres nerveux. C'est un indice de faiblesse.

Régime variant avec les saisons et avec le milieu. — L'alimentation doit être en rapport avec les saisons, avec le milieu où l'on se trouve. C'est la dépense en travail qui fixe la ration d'aliments; c'est la nature du travail qui en indique l'espèce.

La ration du campagnard et du manœuvre ne peut pas être celle d'un homme sédentaire ou d'un sujet adonné à une profession purement cérébrale.

Une alimentation grossière est bonne à l'air pur, elle doit être un peu plus excitante dans les grands centres de population.

Les cérébraux doivent éviter une alimentation trop riche et surtout les boissons alcooliques, qui congestionnent.

L'état de surmenage nécessite une alimentation plus azotée.

Il faut veiller surtout à ne pas laisser l'intestin s'encombrer des résidus de la digestion.

Le régime végétal et l'exercice favoriseront la défécation ; l'habitude de se présenter à la garde robe tous les matins au lever entretiendra cette importante fonction, susceptible comme les autres d'être influencée par une bonne éducation.

§ 2. — *Education de la fonction circulatoire.*

Tout élément, toute cellule du corps, est baignée par le liquide nourricier, par le sang. La circulation de ce liquide dans tous les organes a pour effet d'y apporter les matériaux nécessaires à la nutrition des tissus, à la production de la chaleur et du travail et à toutes les sécrétions ; le torrent circulatoire a aussi pour effet d'emporter les déchets de ces opérations du travail et de la nutrition, et d'en débarrasser l'organisme.

Mécanisme de la circulation. — L'importance de la fonction circulatoire indique le besoin de la maintenir dans son intégrité.

Fig. 2. — Cœur et gros vaisseaux.

vd, ventricule droit; *vg*, ventricule gauche; *od*, oreillette droite ; *og*, oreillette gauche. Les flèches indiquent la marche du courant sanguin.

Nous allons voir les principales causes qui la troublent, la ralentissent ou l'accélèrent, et nous rappellerons en deux mots le mécanisme général de la circulation.

Le sang circule dans un système spécial de vaisseaux, grâce à l'impulsion donnée par le cœur, muscle creux ayant à peu près la fonction d'une pompe foulante.

Le cœur est divisé en deux parties symétriques formant deux cœurs juxtaposés : le cœur droit et le cœur gauche. Chaque cœur est composé de deux cavités : l'oreillette et le ventricule communiquant entre

elles par l'orifice auriculo-ventriculaire. Des valvules entourent cet orifice et permettent le passage du sang de l'oreillette dans le ventricule et s'opposent à son retour en sens inverse (fig. 2).

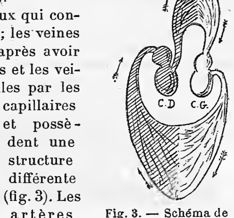


Fig. 3. — Schéma de la circulation.

CD, cœur droit ; — CG, cœur gauche, les flèches indiquent le cours du sang dans la grande et la petite circulation. Les parties ombrées correspondent au sang veineux.

Les artères sont les vaisseaux qui conduisent le sang hors du cœur ; les veines ramènent le sang au cœur, après avoir traversé les tissus. Les artères et les veines communiquent entre elles par les capillaires et possèdent une structure différente (fig. 3). Les artères sont formées de trois tuniques, la tunique moyenne comprend du tissu élastique et du tissu musculaire contractile augmentant d'épaisseur à mesure que l'on s'éloigne du cœur vers les capillaires. Ainsi s'explique la gravité des blessures faites à ces canaux. Une artère, ouverte en partie par un instrument tranchant, reste béante à cause de son élasticité, elle ne peut ainsi s'affaisser sur elle-même et se cicatriser, de là les accidents hémorragiques.

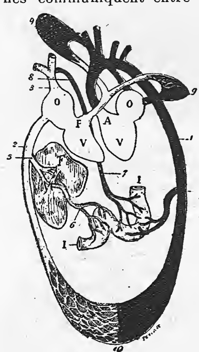


Fig. 4. — Schéma de la circulation.

OO, les deux oreillettes du cœur ; — VV, les deux ventricules ; — A, artère aorte ; — P, artère pulmonaire ; — F, foie ; — I, intestin ; — 1, système aortique ; — 2, veine cave ascendante ; — 3, veine cave supérieure ; — 4, artère mésentérique ; — 5, veines sus-hépatiques ; — 6, veine porte ; — 7 et 8, canal thoracique (vaisseaux chylifères) ; — 99, vaisseaux pulmonaires, petite circulation ; — 10, capillaires (grande circulation).

Les parois des veines, au contraire, sont faites d'un tissu peu élastique, ce qui diminue la gravité des blessures. On reconnaît une hémorragie artérielle d'une hémorragie veineuse à la forme du jet de sang qui s'é-

chappe de la plaie. Le sang coule en nappe à l'ouverture d'une veine; il s'échappe en jet saccadé, avec intermittences coïncidant avec les pulsations du cœur, s'il provient de l'ouverture d'une artère.

Régulation de la circulation par l'élasticité des vaisseaux. — Le jet de sang artériel est d'autant plus discontinu que l'artère est ouverte plus près du cœur. Dans le réseau capillaire la circulation devient continue : elle est régularisée par l'élasticité des parois artérielles qui se gonflent sous le choc de l'onde sanguine et agissent sur le cours du sang pendant le repos du cœur.

Rôle des valvules. — Les veines sont peu élastiques, elles se laissent distendre facilement par le sang, surtout aux membres inférieurs où le poids de la colonne sanguine n'est pas négligeable.

Cette pression du sang dans les veines serait une cause de troubles de la circulation si les veines ne contenaient des valvules, petits goussets divisant la colonne sanguine, supportant ainsi une partie de son poids et s'opposant au recul du sang dans le sens de la pesanteur. La même disposition existe dans les vaisseaux lymphatiques (fig. 7).

Situation des vaisseaux dans les articulations. — Les vaisseaux qui débouchent dans le cœur sont aussi munis de valvules ou de clapets s'opposant au retour du sang du cœur dans les veines et des artères dans le cœur, lors des contractions de ce dernier.

Les vaisseaux sont situés parallèlement aux os mobiles et du côté interne des membres, c'est-à-dire dans l'angle formé par les segments fléchis l'un sur l'autre ; soutenus par les muscles et les aponévroses, ils ne sont pas ainsi déformés par les mouvements articulaires, et la circulation n'est pas gênée dans leur intérieur.

Analyse des battements du cœur. — Chez l'homme la division du travail du cœur est parfaite; le sang veineux est chassé du cœur vers les organes pulmonaires chargés de le rendre artériel en le combinant avec l'oxygène de l'air. Ce sang revi-

vifié ne se mélange jamais avec le sang veineux impur provenant de toutes les parties du corps. De là deux circulations distinctes, à la rencontre desquelles se trouve le cœur : la grande et la petite circulation (fig. 3).

Le sang traverse les muscles, les glandes, tous les organes; il est noir et impur quand il se déverse dans l'oreillette droite. Celle-ci se laisse distendre passivement; une fois remplie, elle se contracte brusquement et chasse le sang qu'elle contient dans le ventricule à travers l'orifice auriculo-ventriculaire. Les

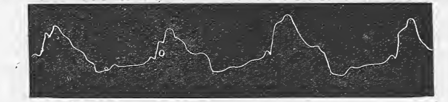


Fig. 5. — Battements du cœur chez l'homme (Marey).

veines caves sont alors distendues, et les valvules empêchent le reflux du sang.

La contraction ou systole de l'oreillette dure les 2/10 d'une révolution cardiaque complète. L'oreillette redevient passive pendant les deux périodes suivantes et se laisse de nouveau distendre par le sang veineux (fig. 5).

Aussitôt rempli, le ventricule se contracte à son tour. Cette action dure les 5/10 de la révolution totale. L'importance de cette durée tient au travail considérable que le ventricule doit accomplir. Le sang passe dans les artères, ne peut refluer dans l'oreillette, grâce à l'obturation produite par les valvules auriculo-ventriculaires, puis le cœur se repose pendant les 3/10 restants de la révolution totale. Celle-ci dure 0,857 de seconde environ.

Le sang passe du cœur droit, où il est constamment veineux, c'est-à-dire noir et impur, dans les poumons par l'artère pulmonaire; il revient par les veines pulmonaires dans le cœur gauche rouge et pur, de là passe dans l'artère aorte, se répand dans tout le système vasculaire et, après avoir traversé les capillaires, il débouche par les veines caves dans l'oreillette droite (fig. 4).

Vitesse et pression du sang. — La vitesse du courant circulatoire diminue de plus en plus, si on l'examine après la sortie du cœur ou près des capillaires. Elle est de $0^m,44$ à l'origine de l'aorte et de 1 millimètre seulement par seconde dans les capillaires. Cela tient à ce que le sang venant de l'aorte s'étale dans un réseau considérable, comme dans un tube dont la section irait en s'agrandissant.

La pression du sang n'est pas la même dans le système artériel et dans le système veineux. Dans le premier, elle peut atteindre sous l'influence de la contraction ventriculaire jusqu'à 13 centimètres de mercure. Cette pression va en diminuant jusque dans les capillaires puis dans le système veineux, finalement elle est presque nulle à son entrée dans l'oreillette. Il est bon de se rappeler que la pression et la vitesse du sang ne sont aucunement liés l'une à l'autre, mais varient avec l'intensité de la pression dans le thorax pendant les actes respiratoires.

En moyenne, chaque pulsation du cœur lance dans l'aorte 180 grammes de sang ; il faut environ vingt-cinq à trente pulsations du cœur et trente secondes pour parcourir le cycle complet, c'est-à-dire pour que le sang chassé par le cœur dans l'aorte revienne au point de départ.

Pouls. — La systole ventriculaire produit une onde sanguine ; cette onde progresse avec la vitesse de 9 mètres à la seconde, elle est tout à fait indépendante de la vitesse de la circulation et ne doit pas être confondue avec elle. Elle est comparable aux rides produites à la surface d'une eau tranquille par la chute

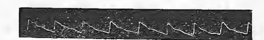


Fig. 6. — Tracé du pouls obtenu avec le sphygmographe de Marey.

d'une pierre ; ces rides sont de même indépendantes du courant. L'onde sanguine produit le pouls artériel, les battements des artères sont en rapport avec les battements du cœur. L'onde sanguine se répercute dans tous les tissus élastiques, il y a ainsi un pouls capillaire et un pouls veineux, le pouls capillaire est indépendant du changement de volume des organes dû à la vaso-dilatation ou à la vaso-constriction.

La fréquence du pouls varie avec l'âge, la température du corps et diverses influences parmi lesquelles l'exercice est la plus importante. Chez l'enfant d'un an le cœur bat 100 à 115 fois par minute, 85 à 90 fois jusqu'à quatorze ans, et 70 à 75 chez l'adulte. Cette fréquence s'exagère dans l'état fébrile (fig. 6).

Artères des vieillards et des alcooliques. — Le travail du cœur est intermittent, mais nous avons vu que l'élasticité des artères transforme cette intermittence en action continue. Les parois des vaisseaux, sous le choc de l'ondée sanguine, se dilatent, emmagasinent une partie de la force vive perdue par suite de ce choc; la colonne sanguine perd de sa vitesse mais, pendant la diastole, les vaisseaux dilatés exercent une pression sur cette colonne et l'obligent à cheminer, de là la progression continue du courant sanguin.

Cela exige l'élasticité parfaite des parois des artères ; chez le vieillard ou chez l'alcoolique cette élasticité disparaît, les artères sont athéromateuses ; l'onde sanguine se propage à l'extrémité des canaux ; de là les battements ressentis dans les organes, dans le cerveau en particulier, comme des coups de bélier.

Bruits du cœur. — Pour chaque contraction du cœur il y a un choc et deux bruits. Le choc se perçoit en appliquant la main contre le thorax, vers la sixième côte en dedans du mamelon. Il se produit au moment de la systole ventriculaire et tient à la tension des parois de ce dernier.

Les deux bruits du cœur correspondent à la systole ventriculaire et au repos du cœur. Le premier bruit est dû à la contraction des fibres musculaires qui retiennent les valvules auriculo-ventriculaires ; le second bruit plus bref provient du claquement des valvules des artères aorte et pulmonaire lors de leur fermeture destinée à empêcher le reflux du sang des artères dans le cœur.

Le tableau suivant résume les temps et la durée des différentes phases d'une révolution cardiaque :

	1 2	3 4 5 6 7	8 9 10
Oreillette	Systole	Diastole ou Repos	
Ventricule	Repos	Systole	Repos
Bruit	Silence	1er Bruit Choc	2e Bruit

Influence du travail musculaire sur la circulation. — Si nous ressentons une vive émotion, les centres nerveux dépensent et s'épuisent, mais le cœur bat plus vite, des ondes de sang riche leur arrivent coup sur coup et ainsi se compense l'épuisement de ces centres par un apport plus important d'aliments nouveaux. Le nature se défend contre l'état d'infériorité créé par l'excitation inusitée des centres nerveux, elle y pourvoit par le mécanisme précédent.

Il est des poisons, le café, le thé, dont l'action sur le cœur est identique ; comme les passions, ils en accélèrent les battements et fatiguent les organes de la circulation. Trop d'émotions tuent : il est sage de les éviter ou de les combattre par une forte volonté.

La circulation du sang, principalement la circulation de retour, a besoin d'être aidée par des mouvements et des pressions extérieures. La force propulsive du cœur est insuffisante dans l'immobilité du corps pour faire progresser la colonne sanguine qui trouve devant elle la résistance opposée par le petit calibre des vaisseaux, par le poids du sang et les frottements sur les parois. Aussi dans l'état sédentaire la circulation est mauvaise, inégale, elle se ralentit et se répartit inégalement dans les organes.

Assis à son bureau on se refroidit, le sang se concentre dans les régions centrales, les vaisseaux sont contractés, la peau est blanche. Il faut se remuer et secouer ses membres pour réchauffer les extrémités et aider le sang à progresser et à retourner au cœur.

Souvent on se chauffe pour dilater les vaisseaux et amener le sang à la peau, mais l'excitation due à la chaleur devient bientôt insuffisante, et il faut élever la température de la salle pour conserver le calibre des vaisseaux.

Il est encore plus mauvais de chercher à obtenir la dilatation

vasculaire par les alcools ou autres excitants du système nerveux. Ces poisons ont une action passagère, ils épuisent vite les centres nerveux et ne produisent en aucun cas l'amélioration de l'état de la circulation que produirait l'exercice.

Je suis assis à ma table de travail, mon cœur est calme, j'en compte les battements, 70 environ par minute; je me lève, je marche, mon cœur s'anime ; je marche plus vite, je cours, il bat plus vite encore, je compte jusqu'à 30 pulsations de plus par minute.

Si j'accélère mon allure, si je monte un escalier, ou si je gravis une pente escarpée, l'effet est le même, plus intense peut-être dans le second cas. Si je me presse dans cette ascension, je suffoque, je pâlis et je dois m'arrêter pour éviter une défaillance.

Je n'ai pourtant pas agi directement sur mon cœur, je n'ai fait que des contractions musculaires et des mouvements plus étendus, plus désordonnés, de ma respiration. Cela a suffi pour amener ces troubles intenses de la circulation.



Fig. 7. — Valvules des vaisseaux lymphatiques.

La pâleur de la face, le gonflement de mes muscles, m'indiquent un déplacement du cours du sang, un appel dans les masses charnues. La circulation artérielle et capillaire, et surtout la circulation veineuse, sont favorisées par les contractions musculaires. Autrefois l'on pratiquait la saignée à tout propos; pour aider la sortie du sang de la veine ouverte, on recommandait au patient d'agiter les doigts de la main. Le sang coulait plus régulièrement et traversait plus facilement des muscles alternativement contractés et relâchés. Lorsqu'un muscle se contracte, il se raccourcit, et ses antagonistes s'allongent, de sorte qu'il se produit en même temps un plissement et un déplissement des tissus au bénéfice de la circulation dans le muscle. L'effet salutaire immédiat de l'exercice musculaire sur la circulation est de faire cesser les stases qu'engendre la vie sédentaire.

La circulation lymphatique elle-même bénéficie de cet effet; les contractions musculaires exercent sur les vaisseaux où coule

la lymphe la même compression que sur les veines. Munis tous deux de valvules, ces vaisseaux s'opposent par construction au retour des liquides en sens inverse du cours normal de la circulation : toute compression ne peut qu'accélérer celle-ci (fig. 7).

Rythme et travail du cœur. — Le travail du cœur augmente avec la charge de sang qu'il reçoit et avec la résistance ou la perméabilité du poumon que le sang doit traverser.

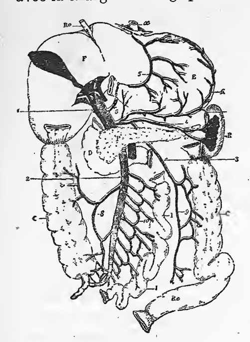


Fig. 8, — Veine porte.

F, foie; — V, vésicule biliaire; — E, estomac; — P, pancréas ; — R, rate ; — CC, côlon ; — Re, rectum; — I, I, intestin grêle ; — 1, tronc de la veine porte.

Il y a uniformité du travail du cœur, le rythme des battements diminue avec l'augmentation de ce dernier nous en verrons l'exemple à propos de l'effort.

Les obstacles a la circulation sont un surcroit de travail du cœur. — Les contractions des muscles de l'abdomen, les fortes extensions du tronc, comme on les exécute dans la gymnastique suédoise, ont la plus grande influence sur la circulation de la veine porte (fig. 8). Mais il importe de ne leur opposer aucun obstacle extérieur.

Les corsets, jarretières, ceintures, vêtements serrés, bottines étroites sont autant de motifs de gêne circulatoire et doivent être rejetés. Gêner la circulation, c'est entraver le fonctionnement du cœur, c'est le fatiguer en lui demandant un surcroît de travail.

La précipitation des battements du cœur est la conséquence de la facilité avec laquelle le sang circule dans les vaisseaux.

Le cœur dispose d'une énergie à peu près constante à chaque systole. S'il est gorgé de sang ou bien s'il trouve devant lui une

colonne sanguine résistant à son impulsion en raison de la diminution du calibre des vaisseaux, le rythme des pulsations diminuera, et le ralentissement des battements compensera le surcroît de travail imposé.

Le cœur bat plus vite parce que la circulation est activée par les contractions musculaires et par l'influence nerveuse. — Au contraire, si la pression est diminuée dans les vaisseaux, si le cours du sang est facilité dans les capillaires, la résistance à la poussée de l'onde systolique diminue, la systole s'effectue plus facilement et par conséquent plus vite, les systoles se suivent de plus près parce que le cœur se vide plus aisément, les battements se précipitent sans nécessiter pour cela un travail plus grand du côté du cœur dans le même espace de temps étant donné l'uniformité de son travail.

L'accélération des mouvements du cœur est liée aux contractions musculaires, elle dépend aussi de l'action excitante exercée par le sang veineux sur les centres accélérateurs.

Toutes ces causes réunies font facilement saisir la raison des palpitations à la suite d'un travail musculaire inusité et surtout précipité.

Cette accélération du pouls est considérable. A l'école de gymnastique militaire de Joinville-le-Pont nous avons choisi au hasard dans les rangs d'une section quatre soldats venant de prendre vingt minutes de repos, le nombre de leurs pulsations radiales était de 78, 80, 70 et 70 par minute ; après vingt minutes de course mi-partie au pas de gymnastique, mi-partie au pas accéléré, représentant un parcours de 2.720 mètres, le pouls de ces mêmes hommes était devenu respectivement pour chacun 112, 106, 104, 94.

Le cœur surmené s'hypertrophie. — Après de pareils troubles, il faut un certain temps pour ramener le calme normal dans la circulation, ce temps varie avec les individus et avec leur état d'entraînement. On ne peut réitérer trop fréquemment cette fatigue du cœur sans provoquer des accidents. Le cœur s'adapte, il est vrai, à un excès de travail, il se développe en épaisseur comme tous les muscles en faisant des contractions violentes; mais la fatigue du cœur amène finalement des troubles dans la

fonction. Il faut être très prudent à cet égard et se garder de surmener le cœur surtout dans la jeunesse.

Les gymnastes de profession et les athlètes sont très fréquemment atteints d'hypertrophie cardiaque et d'anévrismes de l'aorte.

Régulation de la température du corps par la circulation périphérique. — La circulation périphérique est régularisée par le système nerveux. La tunique musculaire des vaisseaux artériels est contractile; elle peut se resserrer ou se dilater sous l'action nerveuse. Le calibre des vaisseaux, en variant, entraîne la variation de débit ou d'afflux du sang dans un organe ou à la peau. Le froid a une action excitante sur les nerfs vaso-moteurs. Ceux-ci accompagnent tous les vaisseaux les plus ténus, ils sont les agents des mouvements de contraction ou de dilatation.

Si la température extérieure s'abaisse, les vaisseaux se contractent; sous l'influence du froid, le sang vient en moindre abondance à la peau et demeure dans les régions centrales du corps à l'abri de la déperdition de la chaleur.

Si la température s'élève, les vaisseaux se dilatent, le sang se précipite à la peau et se refroidit au contact de l'air ou par l'évaporation de la sueur.

Influence du froid sur la circulation. — C'est ainsi que se régularise la température du corps. Dès que la température centrale dépasse 38°, une sueur abondante et un relâchement des vaisseaux déterminent un abaissement notable de la chaleur du corps et l'on constate ainsi une même température centrale chez l'homme habitant sous les tropiques ou dans les régions glaciales.

Utilité des vêtements pour la conservation de la chaleur. — Les vêtements n'ont d'autre utilité que d'empêcher le refroidissement du corps et d'amener une bonne répartition de la circulation dans toutes les parties du corps.

Le refroidissement de la peau produit la congestion des organes internes et un surcroît de pression du sang dans les vaisseaux, ce qui surcharge le travail du cœur.

C'est une erreur de découvrir les bras et les jambes des enfants dans des climats rigoureux ; on cherche un endurcissement par ce moyen et on n'obtient souvent que des troubles circulatoires presque inévitables.

On se refroidit d'autant plus vite qu'il y a une plus grande différence entre la température du corps et le milieu ambiant.

Actions mécaniques. — La température n'est pas le seul excitant des vaso-moteurs, les actions mécaniques agissent de même. Un frottement, une légère percussion sur la peau font contracter les vaisseaux, la peau pâlit. Une friction plus énergique est suivie d'une réaction inverse : la peau rougit, il y a eu fatigue ou paralysie des muscles constricteurs des vaisseaux ; ceux-ci se relâchent, le sang afflue à la peau et produit sa coloration.

Ce mécanisme de la dilatation vasculaire explique l'activité de la circulation après un exercice musculaire violent, après un traumatisme. La meilleure manière de se réchauffer les pieds n'est pas de s'approcher du feu, c'est de desserrer ses souliers et de remuer les orteils, la circulation y devient bientôt très active.

Dans la douche froide l'excitation des muscles constricteurs des vaisseaux est assez intense pour produire l'épuisement ou leur paralysie ; la réaction recherchée dans l'hydrothérapie ne peut se produire que chez une personne ayant chaud au moment où elle se met sous le jet ; il doit aussi régner dans la salle de douche une température assez élevée pour la favoriser.

L'hydrothérapie est une véritable gymnastique des vaisseaux.

Influence de la pesanteur sur le cours du sang. — Les vaisseaux s'accommodent à la pression du sang qu'ils renferment. Ils peuvent modifier leur tonicité suivant cette pression, de façon à conserver aux canaux leur calibre normal.

Il n'est pas besoin de grandes expériences pour constater l'influence de la pesanteur sur le cours du sang. Je maintiens un bras élevé verticalement, l'autre abaissé ; au bout de quelques secondes, la main haute devient pâle, la main abaissée est rouge et les veines dilatées, le contraste est frappant, un simple changement d'attitude a suffi pour le produire.

Dans la station debout, la pesanteur agit sur la colonne sanguine différemment suivant les régions. Aux jambes, la circulation artérielle est activée, la circulation veineuse ralentie. Les valvules soulagent les parois des veines en divisant le poids de la colonne sanguine. Si les veines se laissent dilater, les valvules deviennent insuffisantes, et l'état variqueux est constitué avec une mauvaise circulation de retour. Les chocs produits dans la marche, le frottement des chaussures épuisent vite la contractilité vasculaire chez un homme non entraîné : les pieds se gonflent, deviennent chauds et rouges, trois caractères d'une circulation exagérée.

A la tête, la circulation artérielle est entravée, et la circulation veineuse favorisée dans les gros vaisseaux. Il y a donc tendance à la congestion des pieds avec anémie de la tête. Aussi la contractilité vasculaire est-elle plus grande aux pieds qu'à la tête. Si l'on vient à changer brusquement d'attitude en mettant la tête en bas, la contractilité des vaisseaux n'est plus en rapport avec l'accroissement de pression, les vaisseaux de la tête se laissent distendre, non pas sans quelque danger ; il peut se manifester des troubles nerveux dus à la compression du cerveau par congestion. Des accidents particulièrement graves se produiront chez un homme âgé ou alcoolique ayant l'athérome des artères. On voit fréquemment l'apoplexie causée par la rupture d'un vaisseau à la suite d'un effort.

Nous avons mesuré avec François-Franck, au moyen d'un manomètre à eau, la pression sanguine dans la boîte cranienne, dans la jugulaire et la carotide d'un chien en lui faisant prendre différentes attitudes, et nous avons constaté que le soulèvement du train postérieur augmentait des quantités suivantes la pression :

	Pression dans la boîte cranienne.	Pression dans la jugulaire
Train postérieur soulevé	+ 7c,5	+ 5
Train antérieur élevé.	— 6	— 7
Suspendu par le train postérieur . .	+ 19	+ 17

La pression dans la carotide augmentait à peu près dans la même proportion.

Des expériences analogues faites par Émile Corra au labora-

toire du Dr Laborde[1] ont montré que le fait de placer la tête en bas provoque dans la région cranienne une augmentation de la pression artérielle et dans la région opposée un abaissement de pression correspondant. Dans les veines, le cours du sang trouve dans le poids de la colonne sanguine un obstacle au retour du sang vers le cœur, et il en résulte une double cause de congestion encéphalique. Il en est de même dans les

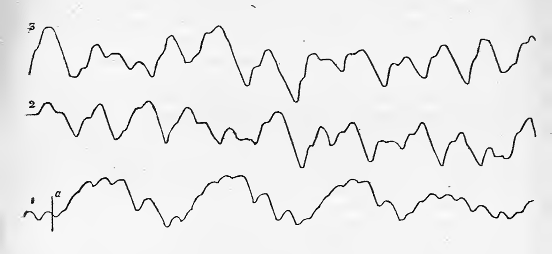


Fig. 9. — Tracé de la pression du sang dans la carotide d'un chien.

1. Pression normale avec les influences respiratoires; — 2 et 3 tracés pris la tête en bas. On voit la pression augmenter graduellement et osciller entre deux valeurs plus grandes, la respiration devient précipitée et désordonnée.

veines du membre inférieur. Le cerveau reçoit en définitive plus de sang, il en rend moins et se trouve placé dans des conditions tout à fait anormales (fig. 9).

Mosso et le Dr Salathé ont pu constater sur des animaux trépanés et sur des blessés ayant le cerveau à nu combien les attitudes et l'abaissement de la tête en particulier influaient sur le gonflement du cerveau. Celui-ci, dans les expériences, faisait hernie à travers le trou de trépanation.

C'est, du reste, une notion de thérapeutique élémentaire que, dans les cas de syncope par anémie cérébrale, on doit placer

1. *Bulletin du Cercle de gymnastique rationnelle,* mars 1881.

les malades la tête abaissée ; dans les apoplexies, au contraire, on les soulage en maintenant la tête et le tronc élevés.

Les troubles de la circulation s'aggravent encore si les complications de l'effort s'ajoutent aux effets de l'attitude. L'attitude renversée et l'effort agissent dans le même sens pour exagérer la pression artérielle et gêner la circulation de retour, deux motifs de stagnation et de congestion sanguine. Le sang est stagnant dans le cerveau et abandonne le cœur.

Les vaisseaux de la tête doivent donc être éduqués spécialement avant de posséder la contractilité suffisante pour supporter comme ceux des membres inférieurs un accroissement de la pression sanguine. Il faut une accoutumance progressive dès le jeune âge, par des exercices spéciaux. Les suspensions renversées pourront alors dans une certaine mesure être inoffensives, mais elles seront toujours nuisibles si l'on agit brusquement, si on les accompagne d'efforts intenses augmentant la pression sanguine, surtout dans un âge avancé.

Dans la position couchée, la pression s'égalise dans les vaisseaux, et l'action de la pesanteur devient sinon nulle, du moins minimum ; il y a relâchement des muscles et repos du cœur dont le travail est alors fortement diminué. On connaît la fatigue ressentie lorsque l'on passe une nuit sans pouvoir ni se coucher ni s'étendre : il faut l'imputer certainement au manque de soulagement du cœur, à une mauvaise circulation et aux contractions musculaires inévitables.

Un malade retenu au lit pendant un certain temps perd en partie la contractilité vasculaire de ses membres inférieurs. Cette contractilité s'affaiblit parce qu'elle est devenue inutile dans la position horizontale. Au premier lever, la contractilité des vaisseaux est insuffisante, elle s'épuise vite, les vaisseaux de la jambe deviennent turgescents, le sang s'y porte en masse, abandonne le cerveau, et une syncope peut survenir. Pour l'éviter, le malade doit passer progressivement de la station couchée à la station droite pour accoutumer les vaisseaux à la pression nouvelle et augmenter leur contractilité.

Dans la position horizontale, on constate facilement une répartition très variable de la masse sanguine dans les organes. Mosso, en étendant un sujet sur une sorte de bascule très sen-

sible, vit celle-ci s'incliner du côté de la tête dès que le cerveau fonctionnait.

On a pu ainsi vérifier cette loi générale que la mise en fonction d'un organe coïncide toujours avec la congestion de cet organe. Cela est vrai pour le cerveau comme pour l'estomac, les muscles et les glandes du corps.

Accommodation de la contractilité des vaisseaux aux excitants divers. — La contractilité des vaisseaux s'accommode à la température extérieure. Les fondeurs, les verriers, toujours exposés à un rayonnement de chaleur intense, deviennent pâles loin de leurs fourneaux, dès qu'ils suppriment l'excitation habituelle devenue nécessaire au cours normal du sang. Les baigneurs, les débardeurs, toujours plongés dans l'eau froide, finissent par avoir pourtant dans les muscles une circulation à peu près normale. Mais, dès qu'ils sortent de l'eau, la réaction se produit, les parties habituées à plonger dans l'eau froide deviennent rouges, et la contractilité vasculaire est inégalement répartie sur la peau. Du reste, chez tous, les mains, la figure s'accommodent à l'air libre aux changements de température, et la contractilité vasculaire est inégale sur différents points du corps. Cela est manifeste à la sortie d'un bain froid; les mains sont alors moins colorées que le tronc et les parties préservées par les vêtements.

Les excitations morales : la peur, la joie agissent autant sur les vaisseaux que sur le cœur. La rougeur ou la pâleur subite du visage indiquent une dilatation ou un resserrement des vaisseaux sous l'influence nerveuse centrale. Le sang reflue vers le centre avec la peur ou les actions déprimantes ; il afflue, au contraire, à la peau sous l'action de la joie et de l'épanouissement de notre être.

Massage et vibrations. — Les trépidations, les massages, pétrissages et frictions ont un double effet : les frôlements sur la peau excitent les centres nerveux sensibles et réagissent ainsi par voie réflexe sur les vaisseaux et sur la circulation périphérique. Les massages énergiques paralysent cette action, dilatent les vaisseaux et font progresser le sang par simple effet mécanique.

On peut graduer l'intensité des manipulations et obtenir des effets inverses suivant les cas. Le massage superficiel facilite la circulation veineuse, il doit être fait dans le sens de cette circulation; on peut ainsi apporter une amélioration importante dans l'état des malades atteints d'affections du cœur et soulager ce dernier en diminuant son travail de propulsion.

Mouvements giratoires. — Les mouvements giratoires agissent en raison de la masse du sang et de sa tendance à être projeté sous l'influence de la force centrifuge; on ressent des sensations différentes, si l'on tourne autour d'un axe situé aux pieds ou à la tête. A une barre horizontale ou sur une escarpolette, le sang a tendance à se porter aux pieds et à abandonner la tête, la sensation de vertige est due à l'anémie cérébrale. Suspendu à une barre par les pieds ou par les jarrets, et tournant autour de cette barre, la tête se congestionne, et les pieds deviennent exsangues. On peut ainsi tuer en quelques secondes des animaux à qui l'on imprime un mouvement de rotation rapide.

M. le Dr Salathé a soumis, dans le laboratoire de M. Marey, des chiens et des lapins à l'action d'un moteur faisant 70 tours à la minute; tantôt il plaçait la tête de l'animal près du centre du mouvement, tantôt il la dirigeait vers la périphérie.

La mort survenait dans le premier cas par anémie cérébrale au bout de dix minutes; dans le second cas, il fallait quarante-cinq minutes pour tuer l'animal par congestion.

Ces expériences montrent combien il faut être prudent dans le choix des exercices gymnastiques; si l'on veut rétablir l'équilibre fonctionnel chez les hommes déjà congestionnés par le travail cérébral et la sédentarité, il est nécessaire d'éviter les exercices de ce genre, qui tendent à congestionner le cerveau.

Il existe enfin une influence prépondérante sur la circulation, c'est celle des mouvements respiratoires : nous aurons à l'examiner en détail avec le mécanisme de la respiration.

Modifications apportées a la circulation dans l'état physiologique. Action du système nerveux sur le cœur. — Le mécanisme de la circulation est sous la dépendance du système nerveux.

Le cœur est soumis à l'action de deux centres nerveux : l'un modérateur, situé dans le bulbe rachidien est mis en rapport avec le cœur par le nerf pneumo-gastrique ; l'autre, accélérateur, fait partie du système grand sympathique (fig. 10).

Le cœur contient aussi en lui-même des centres nerveux chargés de l'exciter et de provoquer ses contractions rythmiques. C'est pourquoi le cœur arraché de la poitrine continue à battre un certain temps. Ce fait se passe surtout chez les animaux à sang froid.

Si l'action des centres accélérateurs l'emporte sur l'action modératrice, on voit les battements du cœur s'accélérer ; l'inverse a lieu quand les centres modérateurs sont plus excités.

Ainsi une excitation intense des nerfs sensibles, un choc violent de l'abdomen retardent et même peuvent arrêter totalement les battements du cœur.

La syncope vient à la suite d'une douleur ou d'une émotion vives.

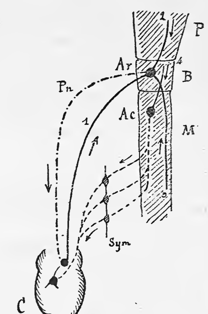


Fig. 10. — Schéma de l'innervation du cœur (BEAUNIS).

C, cœur avec ses centres nerveux ; — Ar, centre d'arrêt dans le bulbe B ; Ac, centre accélérateur et Sym, ganglions sympathiques ; — Pn, nerf pneumogastrique ; — 1, 2, 3, nerfs sensibles excitant le centre d'arrêt ; — 4, nerfs sensibles excitant le centre accélérateur ; — P, protubérance. M, moelle.

LE SENTIMENT N'EST PAS DANS LE CŒUR, MAIS DANS LE CERVEAU. — Une excitation, une émotion morale moins intenses accélèrent au contraire les battements du cœur. Les poètes ont confondu le cœur avec les centres d'innervation ; ils ont placé les qualités de sentiment dans le cœur, au lieu de les laisser à leur vraie place, dans les centres émotionnels. Si le cœur bat sous l'influence d'une impulsion généreuse, il est commandé par le cerveau, mais n'a aucune initiative propre, il n'est la source d'aucune passion ; il les subit, il est le témoin de l'état d'excitation des centres nerveux.

Un cœur froid et insensible correspond à des centres nerveux peu *excitables,* à une faible sensibilité. La domination du cœur par les centres nerveux n'a pas seulement pour effet de témoigner de leur état de calme ou d'excitation, elle a une action plus positive : c'est la régulation du travail du cœur.

Les centres nerveux sont d'une sensibilité extrême aux variations de la circulation. Le cerveau ne peut tolérer une diminution dans l'apport du sang ni dans la richesse de celui-ci sans être profondément troublé dans ses fonctions.

La privation momentanée du sang cause la syncope, c'est aussi un excitant énergique. Les animaux tués par hémorragie ont des convulsions d'une violence extrême. Un sang pauvre amène une excitabilité maladive des centres nerveux ; les attitudes brusquement changées, l'état d'inanition sont des causes de faiblesse et d'anémie.

§ 3. — *Éducation de la fonction respiratoire.*

Role de la fonction respiratoire. — La fonction respiratoire a pour objet de revivifier le sang veineux en le mettant en contact avec l'air. Elle est en rapport direct avec l'exercice : il ne

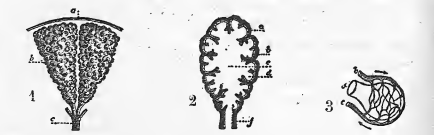


Fig. 11. — Lobule et vésicules pulmonaires.
1, deux lobules pulmonaires ; — 2, un lobule coupé suivant son grand axe ; — 3, une vésicule pulmonaire avec le réseau capillaire qui l'entoure.

peut y avoir de vie ou de mouvement sans oxygène, et tout mouvement produit une consommation de ce gaz en changeant la composition chimique du sang.

Il faut deux conditions essentielles pour assurer une bonne respiration : avoir de l'air respirable et savoir introduire cet air en quantité suffisante dans le poumon pour produire la

ventilation de ce dernier. Le poumon où se font les échanges respiratoires représente une véritable éponge formée d'un lacis des vaisseaux sanguins et aériens. On estime à 200 mètres carrés la surface de la nappe sanguine en contact avec la nappe aérienne. L'air contient de l'oxygène, la fin de la fonction respiratoire est de réoxygéner le sang veineux et de rejeter l'acide carbonique qu'il renferme. Parmi les éléments de nutrition contenus dans le sang pur, dans le sang rouge ou sang artériel, l'oxygène joue le rôle prépondérant, la vitalité des tissus ne peut être conservée sans la présence de l'oxygène, le tissu nerveux est particulièrement sensible à cet excitant, source de chaleur et de vie.

L'oxygène n'est pas à l'état de dissolution dans le sang, il se combine avec l'hémoglobine des globules sanguins. L'hémoglobine est la matière colorante des globules rouges ; il y a 5 millions de ces globules dans un millimètre cube de sang normal et 100 grammes d'hémoglobine peuvent absorber 130 centimètres cubes d'oxygène. On voit par cela l'avidité du sang pour l'oxygène de l'air. Malheureusement, les globules sanguins n'ont pas seulement de l'avidité pour ce gaz bienfaisant ; ils se combinent aussi facilement avec l'oxyde de carbone fréquemment répandu dans l'atmosphère des appartements depuis l'usage des poêles à combustion lente; le globule saturé d'oxyde de carbone est impuissant à s'en débarrasser ; de plus, il devient impropre à se combiner avec l'oxygène, de là l'action toxique au plus haut degré de l'oxyde de carbone et le danger redoutable de l'asphyxie par ce gaz.

Pureté de l'air. — Dans les grands centres habités, l'air est souillé par les émanations des industries insalubres; les déchets de toutes sortes, les résidus des aliments, les gaz provenant de la combustion des appareils de chauffage et d'éclairage forment de véritables foyers d'infection.

La ventilation de nos appartements est presque toujours insuffisante, l'air contient une proportion trop grande de matières irrespirables ; on y trouve de l'acide carbonique en excès, des poussières organiques et minérales qui, une fois introduites dans le poumon ont beaucoup de mal à s'éliminer. L'excès d'acide carbonique dans l'air empêche le sang de se

débarrasser de celui qu'il contient déjà. Dans les salles de spectacle, dans les écoles, dans les cafés où l'on fume, l'air est particulièrement vicié.

Rejeté du poumon, l'air est irrespirable, il devient toxique par la présence de corps organiques appelés ptomaïnes, son effet se manifeste bientôt par les signes d'une véritable contamination. Souvent, après un séjour dans une salle de concert bondée de monde, on est pris d'un malaise subit, les orifices de sortie de l'air, les fosses nasales, l'arrière gorge sont rouges et enflammés, la fièvre survient avec sécrétions de mucosités abondantes de mauvaise nature. Ce sont là les rhumes infectieux, les grippes dues à un empoisonnement de l'air. Si l'on suspend dans une salle remplie de spectateurs un ballon de verre refroidi par de la glace, l'eau qui se dépose et provient de la vapeur condensée prend bientôt une odeur infecte, signe d'une véritable putréfaction; injectée dans la circulation d'un chien ou d'un lapin, elle ne tarde pas à le tuer.

Les personnes habituées à demeurer dans ces locaux fermés perdent le goût de l'air pur et pervertissent leur instinct naturel.

On ne saurait attacher trop d'importance à la ventilation des appartements; on se calfeutre avec d'épaisses tentures et des bourrelets à toutes les issues. Vivre le plus possible à l'air libre, voilà la meilleure condition de santé. Beaucoup ne peuvent résister aux suggestions de la mode ou aux instances intéressées de leur tapissier; ils revêtent le plancher des appartements de tapis moelleux, véritables nids de microbes, et entourent leur couche d'une cage de rideaux somptueux où ils respirent plusieurs fois l'air qu'ils ont rejeté de leur poitrine. Ils se plaignent d'avoir le sommeil lourd et la mine blême, la raison est dans tout ce luxe inutile. Le pauvre qui couche sur un grabat la fenêtre onverte dort d'un sommeil moins agité et se trouve dans des conditions moins malsaines à ce point de vue.

Les poussières répandues dans les gymnases comme dans les ateliers nuisent à la fonction respiratoire parce qu'elles ne s'éliminent pas une fois introduites dans le poumon.

Mécanisme respiratoire. — La pénétration de l'air dans le poumon est produite par les mouvements du thorax et du diaphragme : la poitrine est un véritable soufflet, à chaque mou-

vement respiratoire, on inspire en moyenne 1 litre d'air; or, on fait 16 mouvements à la minute ou 960 à l'heure, 23.040 en vingt-quatre heures; total : 20 mètres cubes d'air environ passent par le poumon en un jour.

Ce volume d'air contient 4.000 litres d'oxygène et 16 mètres cubes d'azote. Ces chiffres approximatifs sont plus que doublés pendant un travail musculaire violent.

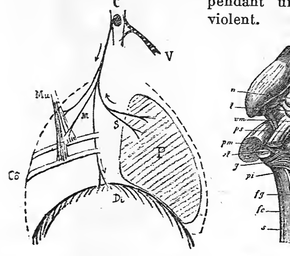


Fig. 12. — Schéma du mécanisme respiratoire.

C, centre respiratoire situé dans le bulbe; — V, veine apportant le sang impur excitant ce centre; — M, nerfs moteurs des muscles inspirateurs, Mu, élévateurs des côtes Cô et abaisseur du diaphragme Di, communiquant avec le centre C; — S, nerfs sensibles du poumon excitant le centre respiratoire.

Fig. 13. — Bulbe et centre respiratoire *et* situé à la pointe du V du calamus scriptorius, plancher du 4ᵉ ventricule.

Les mouvements respiratoires sont automatiques, cela est heureux pour nous : s'ils étaient seulement volontaires, bien des gens distraits oublieraient de respirer. Mais, si nous retenons notre respiration quelques secondes, une minute au plus, nous suffoquons, le besoin d'air devient impérieux, et nous faisons, bon gré, mal gré, de grandes inspirations.

Ces mouvements inspiratoires sont sous la dépendance du système nerveux, ils sont commandés par un centre spécial nommé pour cette raison le nœud vital et situé dans le bulbe. Si l'on pique en cet endroit la moelle, on voit les mouvements respiratoires s'arrêter et la mort survenir par asphyxie (fig. 12 et 13).

Le centre respiratoire communique par le nerf pneumogastrique avec les muscles inspirateurs, il est influencé par la présence de l'acide carbonique dans le sang. Si la respiration est interrompue pour une cause quelconque, une syncope se pro-

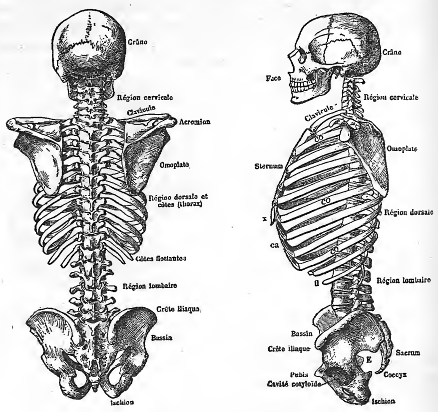


Fig. 14. — Tronc et colonne vertébrale vus de derrière et de côté.

duit, mais le sang devenant plus impur, les mouvements respiratoires se rétablissent d'eux-mêmes parce que la présence de l'acide carbonique est un excitant des centres nerveux moteurs. La nature a mis ainsi un remède à côté du mal; le fait se retrouve fréquemment. La chaleur agit aussi comme excitant du centre respiratoire quand la température du sang dépasse une valeur normale. Un chien placé dans un milieu surchauffé devient haletant; il cherche à se débarrasser de sa chaleur en excès par une augmentation de la ventilation pulmonaire.

Capacité respiratoire et faculté de retenir sa respiration.

— Lorsqu'on fait une expiration profonde, on vide la poitrine d'une partie de l'air qu'elle contient, mais on en retient toujours une certaine quantité dans les bronches ; le maximum que l'on peut inspirer ensuite dans une inspiration profonde mesure la capacité respiratoire.

La capacité respiratoire est donc la différence du volume d'air contenu dans le poumon entre une expiration et une inspiration profondes, il ne faut pas la confondre avec la faculté de retenir sa respiration.

Les plongeurs s'entraînent à retenir leurs mouvements respiratoires afin de séjourner le plus longtemps possible sous l'eau.

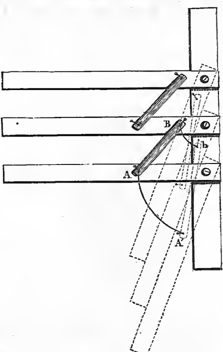


Fig. 15. — Schéma pour démontrer l'écartement des côtes par l'action des muscles intercostaux. (Les muscles sont remplacés par des bandelettes élastiques AB qui soulèvent les tiges de bois représentant les côtes).

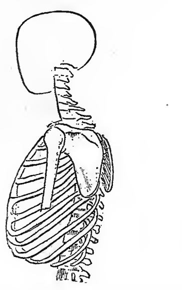
Paul Bert[1] a montré que la faculté de résister à la submersion dépend de l'âge, de la quantité relative du sang par rapport au poids du corps et de l'immobilité conservée sous l'eau. Les animaux jeunes, les nouveau-nés, sont assimilables aux animaux hibernants, leurs tissus ne consomment pas la quantité d'oxygène nécessaire aux adultes. Pour mesurer la capacité respiratoire, on a conseillé aussi de faire expirer lentement en comptant à haute voix, ou bien de mesurer au moyen d'une montre à secondes la durée de l'expiration la plus lente. Ces expériences n'indiquent point du tout la valeur de la capacité respiratoire; pour évaluer celle-ci, il faut jauger directement l'air expiré de la poitrine.

1. Paul Bert, *Leçons sur la respiration.*

Inspiration. — Les parois du thorax sont mobiles ; elles sont constituées en avant et latéralement par le sternum, les cartilages costaux et les côtes, en arrière par les côtes et la colonne vertébrale ; le diaphragme est la cloison inférieure qui le sépare de l'abdomen.

Rappelons comment les trois diamètres du thorax peuvent être augmentés.

Le plan des côtes est oblique de haut en bas, d'arrière en avant, et de dedans en dehors. Les côtes sont assimilables aux



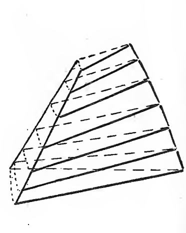


Fig. 16. — Montrant l'inclinaison du plan des côtes d'arrière en avant et l'augmentation du diamètre antéro-postérieur du thorax par l'élévation des côtes.

arêtiers d'une charpente, aux arceaux d'une coque de navire.

Les côtes sont articulées avec la colonne vertébrale et avec le sternum, elles sont mobiles autour de la ligne joignant leurs extrémités, c'est-à-dire autour de la corde de l'arc formé par leur courbure.

Si l'on soulève une côte en lui imprimant un mouvement de bascule, la partie moyenne de celle-ci se trouve projetée en avant et s'écarte de l'axe du corps. Il résulte de ce mouvement de torsion une augmentation dans le diamètre transverse de la cage thoracique (fig. 14).

Le plan des côtes est lui-même oblique, il est incliné d'ar-

rière en avant ; si on cherche à le relever en soulevant l'extrémité qui s'articule avec le sternum, cette extrémité est projetée en avant et, si ce mouvement est commun à toutes les côtes, le diamètre antéro-postérieur du thorax est augmenté (fig. 14, 15 et 16).

En réalité, les mouvements des côtes ne sont pas si simples ; Chabry[1] a montré que l'élasticité des cartilages costaux et des

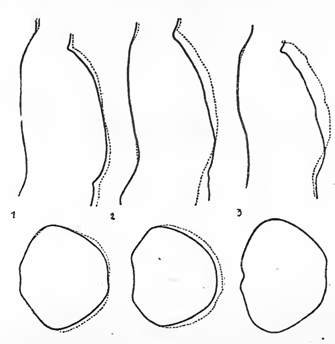


Fig. 17. Sections verticales et horizontales du tronc obtenues avec l'appareil Demeny, montrant les mouvements du thorax chez trois sujets pendant l'inspiration profonde.

1. Respiration thoraco-abdominale ; — 2. Respiration thoracique ; — 3. Respiration thoracique exagérée. Les lignes ponctuées correspondent à la phase d'inspiration.

articulations du sternum joue un grand rôle dans l'ampliation thoracique. Celle-ci serait impossible si les pièces du squelette étaient rigides.

J'ai inscrit au moyen d'un appareil spécial la coupe antéro-postérieure du tronc dans les deux phases de l'inspiration et de l'expiration ; la figure obtenue montre le sternum se dépla-

1. L. Chabry, Contribution à l'étude du mouvement des côtes et du sternum (*Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, de Charles Robin).

çant parallèlement à lui-même (fig. 17), et explique le mecanisme de l'ampliation de la cage thoracique, sur lequel nous reviendrons du reste à propos du développement de la poitrine.

Tous les muscles élévateurs des côtes sont donc des muscles inspirateurs ; ils contribuent à augmenter la capacité thoracique. Nous devrons les mettre en action pour obtenir ce résultat important.

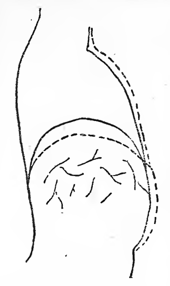


Fig. 18. — Montrant comment le diaphragme peut, en refoulant les viscères abdominaux, augmenter les diamètres inférieurs du thorax.

Le diaphragme est un muscle large, radié, il forme une cloison en forme de voûte séparant le thorax de l'abdomen. En se contractant il diminue de courbure, sa voûte s'abaisse et se rapproche d'un plan. L'abaissement du diaphragme augmente la capacité thoracique pour deux raisons : il agrandit le diamètre vertical du thorax, il s'appuie sur les viscères abdominaux et les refoule dans l'abdomen. L'expansion de ces viscères dilate le ventre, le gonfle, en augmentant la circonférence inférieure du thorax. Aussi, les mouvements du ventre coïncident-ils toujours avec l'abaissement du diaphragme ; ils sont plus apparents que les mouvements des côtes dans la respiration calme, car le diaphragme agit alors presque seul dans l'inspiration (fig. 18).

L'accroissement des diamètres du thorax est la conséquence de l'élévation des côtes produite par les muscles sous-clavier, petits pectoraux, portions claviculaires des trapèzes, sterno-cléido-mastoïdiens et même grands dentelés et pectoraux dans les inspirations profondes.

Tous ces muscles, pour agir efficacement, demandent le concours des fixateurs de la première côte et des extenseurs de la tête.

Rôle passif du poumon. — L'élévation des côtes et l'abaissement du diaphragme produit l'augmentation du volume du

thorax et, par suite, une diminution de pression dans son intérieur. Le poumon est accolé contre la paroi thoracique intérieure, mais il en est séparé par les deux feuillets de la plèvre ; les frottements dus au déplacement du poumon se passent ainsi sans inconvénients entre les deux feuillets de cette membrane séreuse toujours humectés.

Vide pleural. — L'ampliation de la cage thoracique tend à produire un vide dans la cavité pleurale ou, du moins, une différence entre la pression dans cette cavité et celle de l'air contenu dans le poumon.

Ce dernier reste accolé contre la plèvre en vertu de la pression atmosphérique qui s'exerce par la trachée (fig. 20).

Passivité du poumon dans l'inspiration. — Le poumon suit tous les mouvements de la paroi thoracique grâce à cette pres-

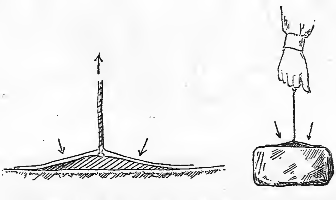


Fig. 19. — Rondelle de cuir mouillé appliquée sur une surface polie et adhérant par la pression atmosphérique. Pierre soulevée au moyen de cette espèce de ventouse.

sion intérieure. Le poumon a donc un rôle passif dans l'inspiration.

La dilatation des parois thoraciques tend à augmenter le vide pleural, le poumon suit ces parois comme l'eau suit le piston d'une pompe aspirante, comme la pierre est soulevée par un cuir mouillé appliqué simplement à sa surface polie. Il n'y a en réalité aucune adhérence mais un excès de la pression atmosphérique sur la pression à la surface de la plèvre et maintenant les deux surfaces en contact (fig. 19).

Le tissu du poumon permet cette expansion ; il est très élastique, très souple et extensible, sa dilatation produit un appel d'air jusque dans les lobules pulmonaires.

Plaie pénétrante de poitrine. — Cela exige l'intégrité du vide pleural ; si l'air pénètre dans cette cavité à la suite d'une plaie pénétrante de poitrine, un coup d'épée par exemple, il y a alors égalité entre la pression intérieure du poumon et la pression à sa surface externe ; les mouvements des parois thoraciques n'ont plus d'effet sur l'ampliation du poumon ; celui-ci n'obéit plus à l'aspiration thoracique, il demeure affaissé sur lui-même, et l'air ne pénètre plus dans la trachée malgré l'acte inspiratoire (fig. 20).

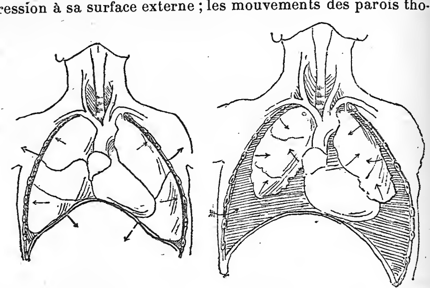


Fig. 20. — Figures théoriques montrant : 1° l'action de la pression atmosphérique s'exerçant à l'intérieur de la poitrine pour accoler le poumon contre la paroi thoracique, dans l'inspiration ; 2° le poumon se recroquevillant par son élasticité à la suite d'une plaie pénétrante de poitrine qui fait communiquer la cavité pleurale avec l'extérieur.

Il s'introduit directement par la blessure, et on l'entend siffler à son passage dans la cavité pleurale. C'est la raison de la gravité des plaies pénétrantes de poitrine ; le blessé s'asphyxie par manque d'air dans le poumon malgré les grands mouvements de son thorax.

Le poumon perd quelquefois son élasticité et ne peut pour

cette raison suivre les mouvements de la paroi thoracique. Ces mouvements sont alors limités et le thorax subit l'influence du retrait du poumon ; il s'affaisse, la poitrine prend une forme que caractérise certaines de ses maladies.

EXPIRATION. — Le poumon, dilaté dans l'inspiration, tend à revenir sur lui-même ; il exerce, au moment où cesse la contraction des muscles élévateurs des côtes, une action inverse sur les parois thoraciques, grâce à son élasticité ; il tend à faire reprendre au thorax son volume primitif : c'est là le mécanisme de l'expiration normale, sans effort.

La parole, le chant, le cri, la toux, l'éternuement, sont des actes expiratoires plus violents : ils nécessitent d'autres puissances musculaires, et la sortie brusque de l'air est due au refoulement des viscères dans le thorax par la contraction subite des muscles de l'abdomen.

Expériences sur le rôle passif du poumon.

Revenons sur le rôle passif du poumon dans l'inspiration, et ne le perdons jamais de vue si nous voulons concevoir nettement ce qui se passe dans le développement de la poitrine. Voici des faits destinés à nous éclairer sur ce point.

FORME DU POUMON EXTIRPÉ DE LA POITRINE. — Le poumon extirpé de la poitrine n'a plus le volume du thorax, il faut l'insuffler pour lui rendre son volume normal ; sitôt que cesse l'aspiration thoracique produite par le vide pleural, l'élasticité du tissu pulmonaire prend le dessus et devient la cause de cette réduction de volume.

PONCTIONS. — Lorsqu'un malade a un dépôt de sérosité dans la cavité pleurale, suite d'une pleurésie, on lui fait une ponction ; mais, pour évacuer le liquide, il ne suffit pas de faire une ouverture à la paroi thoracique, il faut aspirer ce liquide au moyen d'une pompe ou d'un flacon dans lequel on a fait le vide. Le poumon aspire donc continuellement la paroi thoracique, il ne peut faire autre chose que de l'affaisser, il ne pousse sur elle que dans un effort d'expiration, la glotte étant

fermée, lorsque la pression dans le thorax devient supérieure à la pression atmosphérique.

Dilatation du poumon par raréfaction extérieure. — Si l'on se place dans une cloche, le cou passant dans un manchon de caoutchouc, la tête restant à l'extérieur, les mouvements respiratoires s'accomplissent normalement. On aspire l'air dans cette cloche, la pression intérieure baisse ; immédiatement les parois thoraciques se dilatent, le thorax se gonfle et le poumon obéit à cette action extérieure. Ce n'est pas par une poussée active, mais en vertu de l'excès de la pression atmosphérique

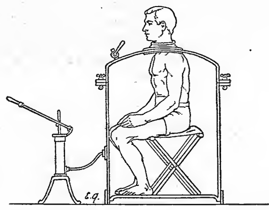


Fig. 21. — Dilatation passive de la poitrine au moyen d'une raréfaction extérieure.

s'exerçant à son intérieur sur la pression dans la cloche, que le poumon reste ainsi dilaté (fig. 21).

Tant que dure cette raréfaction, il est impossible d'expirer l'air de la poitrine ; on ne saurait s'imaginer la sensation pénible ressentie dans cette inspiration forcée ; l'expérience n'est pas sans danger si elle se prolonge trop longtemps.

Je me rappelle m'être livré à cette épreuve et je n'ai plus la moindre envie de la recommencer. J'étais en effet dans une situation bien pénible, incapable de prononcer un mot ; j'étouffais, la poitrine dilatée, pleine d'air, et je ne pouvais rejeter cet air de ma poitrine. Il se passe à peu près le même phénomène dans l'essoufflement qui suit une course violente, et probablement les désordres circulatoires dus à cet état d'inspiration prolongée doivent être identiques.

Mon thorax s'affaissa avec la rentrée de l'air dans la cloche et avec le rétablissement de la pression intérieure, l'expiration put alors avoir lieu. Il était possible de produire ainsi la succession des mouvements respiratoires sans aucune contraction musculaire, simplement en changeant la pression de l'air autour de la poitrine. C'est même un moyen de pratiquer la respiration artificielle.

Durées relatives de l'expiration et de l'inspiration. — A l'état normal, les mouvements du thorax et de l'abdomen sont parallèles et ont une amplitude proportionnelle à la quantité d'air inspiré (fig. 22).

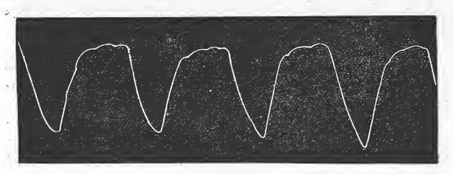


Fig. 22. — Tracé des mouvements respiratoires normaux chez l'homme (Marey).

La durée de l'expiration est généralement double de celle de l'inspiration à l'état de repos, mais cette valeur relative change sous l'influence d'une foule de causes ; il suffit de respirer par un orifice étroit, de mettre un obstacle à l'entrée ou à la sortie de l'air pour augmenter la phase correspondante de l'acte respiratoire.

Influence de l'amplitude des mouvements respiratoires sur la ventilation pulmonaire. — Le rythme et l'amplitude des mouvements respiratoires ne se compensent point. Respirer fréquemment par de petites inspirations peut faire pénétrer dans le poumon une certaine quantité d'air dans un temps donné, mais il est essentiel de renouveler cet air et, pour cela, de profondes et lentes inspirations sont plus efficaces que les inspi-

rations courtes et réitérées. D'après Gréhant quarante inspirations de 300 centimètres cubes chacune ne produisent pas un renouvellement de l'air aussi parfait que vingt inspirations de 500 centimètres cubes.

Les petits mouvements respiratoires changent seulement les couches superficielles et laissent immobiles les couches profondes de l'air contenu daus le poumon. Il y a tout intérêt à renouveler celles-ci ; pour cela il faut inspirer largement. Dans les faibles inspirations, l'action du diaphragme suffit. Mais, pour faire pénétrer dans le poumon de grandes quantités d'air, il faut mettre en jeu toutes les puissances inspiratrices ; toutes les côtes se soulèvent alors pour dilater la cage thoracique.

Gêne apportée a la respiration par les vêtements serrés. — Une gêne apportée à la dilatation de l'abdomen et de la circonférence inférieure du thorax, change le mode respiratoire.

Les vêtements serrés, les corsets abolissent en partie la fonction du diaphragme, il faut naturellement trouver une compensation à l'immobilité de la partie inférieure du thorax dans le mouvement des côtes supérieures.

Corset. — On a l'habitude d'attribuer à la femme un mode spécial de respiration sous le nom de respiration costale supérieure. Cela n'a rien de réel ; toutes les femmes chez qui la poitrine et le ventre ne sont pas comprimés ont une respiration thoracique et abdominale. Il n'y a d'exception que dans la grossesse.

Un homme corseté respire comme la femme par les côtes supérieures.

Grandes inspirations. — Dans les très fortes inspirations il n'y a plus parallélisme des mouvement du thorax et de l'abdomen. Si le thorax se dilate beaucoup, l'abdomen reste immobile et se creuse ; le diaphragme est aspiré dans le thorax avec les viscères et ne peut plus s'abaisser comme il le ferait lorsqu'il agit seul : de là le creux de l'abdomen (fig. 23 et 24).

Ce fait se produit au plus haut degré dans la suspension par les mains. C'est même une preuve de l'influence de cette attitude sur la dilatation du thorax, et, contrairement à ce qu'en

dit M. le Dr Lagrange[1], l'aspiration des viscères prouve le degré d'aspiration du poumon, puisque les viscères abdominaux viennent combler le vide causé par la dilatation thoracique, vide rempli en partie seulement par le poumon et qui empêche le diaphragme de s'abaisser (voir tracé, fig. 24).

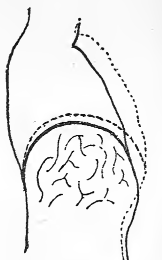


Fig. 23. — Montrant l'aspiration des viscères dans le thorax et le creux de l'abdomen dans une profonde inspiration.

Respiration chez les chanteurs. — Les chanteurs ont un mode de respiration particulier. Ils se préoccupent surtout du timbre de la voix et ménagent le débit de l'air, afin de prolonger l'émission des sons.

S'ils *poussaient* du ventre en contractant les muscles de l'abdomen, ils n'arriveraient pas à avoir ces qualités, ils crieraient, mais ne chanteraient pas. L'émission du son est produite par le courant d'air passant sur les cordes vocales ; pour faire vibrer celles-ci, l'air ne doit pas être sous forte pression ; aussi l'abdomen reste inerte, immobile même au début, comme le montre le tracé suivant pris par nous sur des chanteurs célèbres (fig. 26).

Chez ces sujets le thorax seul produit l'inspiration, ou du moins ses mouvements l'emportent sur ceux du diaphragme et on constate de plus un parallélisme parfait existant entre ses mouvements et ceux de l'air inspiré et expiré.

Les chanteurs font constamment des exercices respiratoires grâce auxquels ils acquièrent de grandes capacités thoraciques. Nous reviendrons à ce propos au sujet de la gymnastique de la respiration.

Capacité respiratoire. — La capacité respiratoire se mesure au moyen des spiromètres. Ce sont des réservoirs gradués dans lesquels on insuffle l'air contenu dans la poitrine après une

1. Lagrange, *Physiologie des exercices du corps*, Paris, F. Alcan.

profonde inspiration. Il faut se tenir bien droit et n'avoir aucun vêtement serré autour de la poitrine et de l'abdomen si l'on veut obtenir avec ces instruments des indications suffisamment exactes. On obtiendra un maximum à peu près constant pour chacun, après une certaine habitude de l'instrument, et en opérant d'une façon identique.

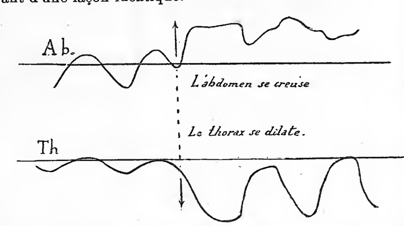


Fig. 24. — Tracés des mouvements du thorax Th et de l'abdomen Ab Dans la respiration normale et dans de grandes respirations on voit ces mouvements d'abord parallèles devenir inverses l'un de l'autre.

Voici quelques résultats expérimentaux obtenus sur des militaires ayant fait cinq années de service actif dans l'infanterie.

Age.	Capacité respiratoire.
24 ans	4,50
24 —	4,50
24 —	5
26 —	4,25
26 —	3,90
25 —	3,60
25 —	4
25 —	4
26 —	4,2
24 —	5,25

Variation du poids et de la capacité respiratoire avec l'age — En moyenne, un jeune homme de vingt-deux ans ayant pratiqué l'exercice et du poids de 65^{kg},6 possède une capacité respiratoire de 4^{l},2.

Une autre série de mensurations faite avec le capitaine Andriveau sur 250 hommes d'infanterie nous a donné les résultats suivants :

Taille de.	$1^{m},55$ à $1^{m},80$
Poids	53^{kg} à 72^{kg}
Capacité respiratoire	$3^{l},4$ à $4^{l},65$

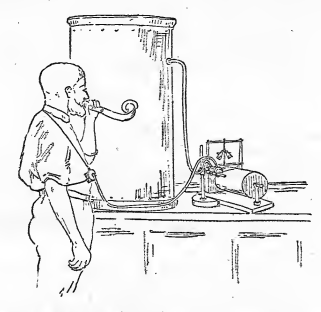


Fig. 25. — Disposition expérimentale pour enregistrer les mouvements du thorax et de l'abdomen ainsi que le débit d'air expiré pendant le chant.

Mensurations prises au collège Sainte-Barbe sur un certain nombre d'élèves de différents âges. (M. G. Rey.)

Nombre d'élèves.	Age.	Moyenne de la taille.	Poids moyen.	Capacité respiratoire.
6	de 6 à 7 ans	$1^{m},45$	$22^{k},79$	$1^{l},27$
5	7 à 8	1,16	23	1,42
7	8 à 9	1,235	28,8	1,59
24	9 à 10	1,28	28,7	1,75
29	10 à 11	1,32	32,2	1,82
12	11 à 12	1,38	3,52	2,12
41	12 à 13	1,42	37,9	2,25
16	13 à 14	1,48	41,6	2,45
3	14 à 15	1,57	46,8	3,05

Ce tableau offre un intérêt très grand si l'on compare l'accroissement de la taille, du poids et de la capacité respiratoire; on voit immédiatement celle-ci augmenter parallèlement au poids du corps et non à proportion de la taille. La taille ne

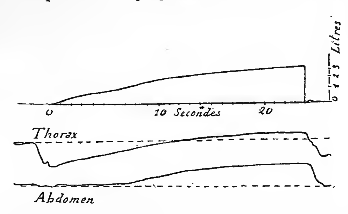


Fig. 26. — Montrant les mouvements du thorax de l'abdomen et le débit de l'air expiré, chez un chanteur filant un son musical, le *la* du diapason.

On voit au début le thorax se gonfler d'air tandis que l'abdomen reste immobile. Le thorax s'affaisse progressivement et son mouvement est parallèle à l'air expiré; l'abdomen ne se creuse que plus tard. Le temps est indiqué en secondes, le débit d'air en litres.

dépend souvent que de la longueur des jambes et ne donne aucune idée sur la quantité de matière ou la masse du corps, la seule qui doive influer sur la respiration (fig. 27).

Les observations précédentes montrent qu'il n'y a pas d'autre moyen d'agir sur le poumon qu'en exerçant le thorax et en donnant à ses mouvements une ampliation plus grande.

Influence de l'activité musculaire sur la fonction respiratoire. — Tout exercice excite la respiration : on voit les mouvements respiratoires s'accélérer sous l'influence d'un travail musculaire.

D'après Edw. Smith, l'activité respiratoire considirée aux différentes allures s'augmente dans la proportion suivante :

Position assise.	1.18
Debout	1.33
Marche de 1 mille à l'heure.	1.90
A cheval au pas	2.20
Marche de 2 milles à l'heure	2.76

A cheval au galop	3.16
— au trot.	4.05
Natation.	4.81
Course de 7 milles à l'heure	7.09

Cela signifie que, si dans les conditions ordinaires de la vie, on fait pénétrer 9 litres d'air par minute dans les poumons,

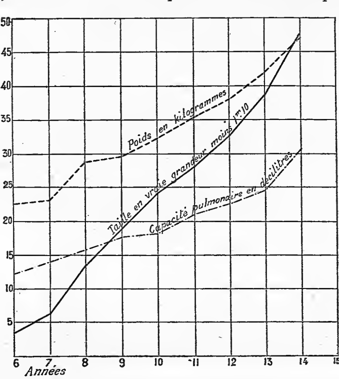


Fig. 27. — Graphique montrant la loi de l'augmentation comparée du poids de la taille et de la capacité respiratoire chez des enfants du collège Sainte-Barbe âgés de 6 à 14 ans, Les années sont comptées sur la ligne des abscisses.

dans les exercices un peu violents cette quantité est environ sept fois plus grande, 63 litres environ.

La quantité d'air introduite dans le poumon devrait être en rapport direct avec le degré d'impureté du sang ; dans un régime respiratoire bien établi, tout l'air respiré devrait servir à l'hématose et à redonner au sang sa composition normale altérée par les échanges nutritifs.

Cela ne se passe pas tout à fait ainsi, parce que d'autres éléments agissent sur les mouvements respiratoires et sur la ventilation du poumon.

ACTION DU SYSTÈME NERVEUX SUR LES MOUVEMENTS RESPIRATOIRES. — La cause immédiate des mouvements respiratoires est l'excitation des centres nerveux par le sang veineux, mais ces centres ne sont pas seuls à agir sur les muscles inspirateurs. La volonté peut retenir ou accélérer leurs mouvements, les émotions ou excitations cérébrales retentissent aussi sur le rythme de la respiration : la poitrine se soulève avec force dans le soupir, la peur, l'impatience, sans qu'il soit possible d'attribuer cette accélération des mouvements à un surcroît de travail musculaire (fig. 12).

Nous avons vu combien la ventilation du poumon, c'est-à-dire le renouvellement de l'air, était peu satisfaisant dans les mouvements inspiratoires de faible amplitude. La fréquence des mouvements ne compense pas la petitesse de leur étendue. on peut faire passer beaucoup d'air dans le poumon au moyen d'une respiration étriquée et obtenir cependant une ventilation moindre qu'avec quelques inspirations énergiques et puissantes.

La quantité d'air inspiré peut ainsi n'être plus en rapport avec le besoin d'hématose, avec la quantité de travail produit. L'émotion et la mauvaise ventilation du poumon sont deux raisons pour diminuer le chiffre de la quantité d'air nécessaire à la respiration normale.

MODIFICATIONS SPONTANÉES DANS LE RYTHME ET L'AMPLITUDE DES MOUVEMENTS RESPIRATOIRES SOUS L'INFLUENCE DE L'ENTRAINEMENT. — C'est à l'éducation de régler ce débit et de le proportionner au travail. La nature y pourvoit d'elle-même, il est vrai, mais les résultats sont acquis moins promptement.

MM. Marey et Hillairet ont constaté au moyen d'expériences précises que l'amplitude des mouvements respiratoires s'accroît chez les sujets entraînés à la course et aux exercices gymnastiques pendant que diminue la fréquence des mouvements si désordonnés au début.

On prit, au moyen du pneumographe, les tracés respira-

toires de dix recrues au fort de la Faisanderie, au repos d'abord, puis immédiatement après une course de 600 mètres et l'on vit après quatre à cinq mois d'entraînement les mouvements du thorax, d'abord précipités, demeurer les mêmes après et avant la course. Cette modification des mouvements respira-

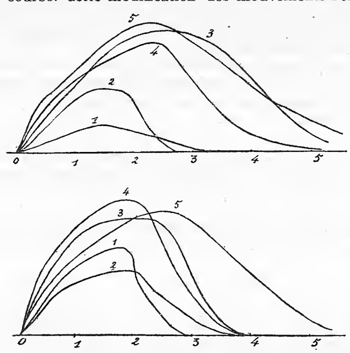


Fig. 28. — Tracés des mouvements respiratoires d'un sujet avant et après un entraînement de 5 mois à l'Ecole de Joinville-le-Pont (d'après MAREY et HILLAIRET).

1. Respiration au repos avant l'entraînement; — 2 au bout d'un mois d'exercice ; — 3, 4, 5 au bout de 3, 4 et 5 mois. Les durées d'un mouvement respiratoire se comptent en secondes sur l'axe des abcisses.

2. Respiration après une course de 600 mètres. Les mêmes numéros d'ordre dans les deux figures correspondent à des tracés recueillis le même jour.

toires était définitivement acquise et s'observait d'une façon permanente sur le gymnaste au repos. Le nombre des inspirations se réduisait ainsi de vingt à douze par minute ; mais l'amplitude avait plus que quadruplé (fig. 28).

Nous avons fait depuis beaucoup d'expériences à l'École de Joinville-le-Pont, et nous avons constaté que la capacité respiratoire pouvait à la suite d'un entraînement de six mois augmenter de 546 centimètres cubes, ce qui correspondait à une

augmentation d'environ 1 centimètre dans le diamètre antéro-postérieur de la poitrine.

M. le Dr Roblot a pu constater également sur cinquante hommes choisis à l'École de gymnastique militaire de Joinville-le-Pont que les diamètres antéro-postérieur et transverse du thorax n'ont pas varié sensiblement pendant les six mois d'entraînement, tandis que l'amplitude des mouvements des côtes a augmenté chez presque tous.

Le diamètre antéro-postérieur s'accroissait dans l'inspiration profonde de $5^{mm},5$ en moyenne, le diamètre transverse de $4^{mm},25$, et la capacité respiratoire correspondante de 546 centimètres cubes.

Influences réciproques de la respiration sur la circulation. — Les variations dans l'amplitude des mouvements respiratoires sont accompagnées de modifications importantes dans la circulation du sang.

L'inspiration a pour effet de diminuer la pression à l'intérieur du thorax. Cette aspiration provoque l'introduction de l'air

Fig. 29. — Tracés du pouls montrant le ralentissement des battements pendant une forte inspiration. L'abaissement du tracé correspond à une diminution de la pression du sang dans l'artère (Marey).

dans le poumon et agit également sur le sang contenu dans les vaisseaux voisins du thorax. Grâce à la pression négative dans le thorax, l'arrivée du sang au cœur par les veines caves et son passage à travers le poumon sont facilités, la perméabilité du poumon augmente ; si l'inspiration est forte et prolongée, l'aspiration produite est assez intense pour provoquer la congestion de cet organe, pour dilater les cavités du cœur et le gorger de sang. La poitrine se remplit d'air et de sang, le poumon offre alors une résistance plus grande au passage du sang venant du ventricule droit ; en même temps celui-ci reçoit plus de sang

de l'oreillette, le cœur droit tout entier est donc dilaté et surchargé de sang. Le travail nécessaire à la systole augmente considérablement, ce qui s'accuse par un ralentissement des battements du cœur; chez quelques personnes, une inspiration forte et prolongée peut retarder la systole et provoquer l'arrêt du cœur. Certains physiologistes ne se contentent pas de cette explication purement mécanique, ils attribuent l'arrêt du cœur à la sensibilité de ses parois distendues et à l'action réflexe qui se transmet par les nerfs d'arrêt (fig. 29).

Essoufflement. — Les désordres précédents se produisent dans l'essouflement à la suite d'une course violente; on voit alors la phase d'inspiration devenir aussi longue que l'expiration, contrairement à ce qui se passe à l'état de repos (fig. 30).

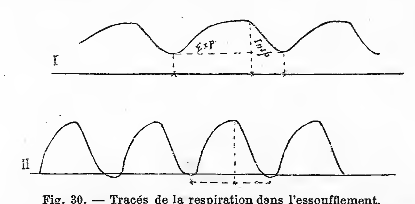


Fig. 30. — Tracés de la respiration dans l'essoufflement.

I, tracé normal; — II, essoufflement. On voit la période inspiratoire prendre dans le second tracé une importance relative très grande par rapport à la période d'expiration.

De plus, les mouvements respiratoires s'exécutent la poitrine gonflée d'air; l'expiration n'est plus complète, et les efforts d'inspiration deviennent prépondérants. Ces efforts joints aux contractions musculaires sont une cause d'accélération du cours du sang vers le cœur et le poumon. On conçoit que le coureur ne puisse pas toujours aspirer de l'air sans agir fortement sur la circulation thoracique, sans congestionner son poumon et dilater son cœur (fig. 34 et 35); cela explique les accidents asphyxiques après des courses forcées. Il y a peu de place pour l'air dans un poumon gorgé de sang, de plus cet air se renouvelle mal parce que l'expiration est devenue très difficile. Le sang abandonne la tête pour se précipiter dans la poitrine : de là la pâleur du

visage; le cœur dilaté et gorgé de sang ne peut effectuer sa systole, il s'arrête en diastole : de là la syncope avec congestion du poumon. C'est une erreur d'attribuer uniquement à l'acide carbonique en excès dans le sang veineux les troubles de l'essoufflement. C'est surtout à la mauvaise circulation pulmonaire et à la difficulté de l'expiration qu'ils sont dus.

Les grands mouvements d'inspiration ont aussi pour effet de refroidir le sang; à ce sujet nous avons vu les mouvements respiratoires s'accélérer sous l'influence de la chaleur en excès.

Effets de l'expiration sur la circulation. — L'expiration est une cause d'augmentation de la pression intrathoracique. Cette augmentation produit des troubles inverses de ceux de l'inspiration. Le poumon et le cœur sont comprimés, par l'abaissement des côtes et par la contraction des muscles abdominaux, ils tendent à se vider plus vite de sang, la circulation artérielle est donc activée; le sang abandonne la poitrine; la circulation veineuse est diminuée parce que la pression dans le thorax est un obstacle à l'arrivée du sang veineux, il entre donc moins de sang dans la poitrine; celle-ci tend à se vider du sang aspiré pendant la phase d'inspiration.

Les mouvements respiratoires favorisent le cours normal du sang lorsqu'ils s'exécutent avec ordre, et cette influence de la respiration sur la circulation se fait sentir sur les tracés du pouls. La ligne de celui-ci oscille comme la pression intrathoracique. Mais il n'en est plus de même lorsqu'on arrête les mouvements respiratoires en inspiration et surtout en expiration.

Si l'on se prépare à exécuter un effort musculaire intense, on commence par faire une profonde inspiration, on emprisonne dans le thorax une grande quantité d'air en fermant la glotte, le seul orifice de sortie.

En même temps on contracte les muscles abdominaux comme si l'on voulait faire une forte expiration. L'air contenu dans le thorax est alors fortement comprimé et peut produire une tension de 12 centimètres de mercure. Les parois thoraciques se tendent sous l'influence de cette pression intérieure, le thorax tout entier acquiert une solidité considérable, il offre aux muscles moteurs des membres des points d'appui et d'insertion fixes, ce qui permet de résister avec force à une action extérieure. C'est là le phénomène physiologique de l'effort.

Effort d'expiration. — L'effort est une expiration forcée; il est toujours accompagné des troubles de la circulation artérielle

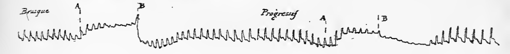


Fig. 31. — Tracés du pouls radial pendant l'effort. L'effort commence en A puis cesse en B; on voit la pression monter dans l'artère et cesser brusquement dans le premier cas, diminuer au contraire progressivement dans le second cas.

veineuse et pulmonaire déjà signalés dans la phase expiratoire de la respiration, et présente ces troubles à un degré beaucoup plus intense.

Dans les artères la pression s'élève, le cours du sang est favorisé et fortement accéléré; dans les veines il y a obstacle à la rentrée du sang dans le thorax; le sang arrive en moindre abondance dans le cœur droit, par suite dans le poumon. Ce dernier, fortement comprimé, abandonne la plus grande partie du sang qu'il contient et se vide par les artères. Tout se passe jusqu'ici comme dans l'expiration ordinaire, seulement avec plus d'intensité.

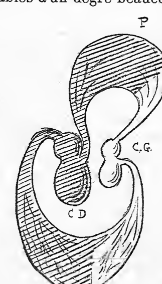


Fig. 32. — Destinée à mettre en évidence les troubles du cœur à la suite de l'effort d'inspiration.

Le cœur droit CD est gorgé de sang veineux, le ventricule dilaté; la circulation pulmonaire P est entravée par l'imperméabilité du poumon, la quantité du sang artériel diminue.

Mais voici ce qui est particulier : dès que l'effort cesse, la glotte s'ouvre, l'air contenu dans la poitrine s'échappe, les muscles abdominaux se relâchent; la pression s'abaisse brusquement dans le thorax, elle passe subitement de 12 centimètres de mercure à 0; le sang, retenu dans les vaisseaux à l'entrée du thorax, ne trouvant plus d'obstacle, se précipite dans la poitrine et vient remplir les cavités du cœur. La surcharge de sang dilate celles-ci et se fait sentir sur les battements du cœur. On

constate un ralentissement sensible à partir de la sixième pulsation qui suit la fin de l'effort grâce à l'uniformité du travail du cœur.

Le ralentissement du cœur est dû à l'excès de travail qu'il doit produire en ce moment et peut-être aussi à une action nerveuse d'arrêt provoquée par la distension de ses cavités (fig. 33).

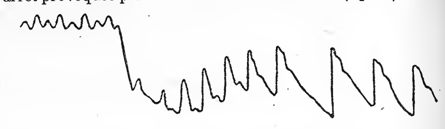


Fig. 33. — Tracé du pouls radial, montrant les troubles du cœur après la cessation de l'effort, le cœur vide de sang se trouve tout à coup surchargé, de là le ralentissement des battements et la grande intensité des ondes (MAREY).

La forte pression artérielle pendant l'effort se transmet dans la cavité cranienne ; la pulpe cérébrale est molle et n'offre guère de résistance à la dilatation des vaisseaux, il peut se produire une rupture de ceux-ci, et il n'est pas rare de voir des vieillards, des alcooliques tomber foudroyés par une hémorragie cérébrale à la suite d'un effort, simplement en se baissant pour se chausser, tant est fragile la tunique de leurs vaisseaux.

Si l'effort se prolonge, on voit la face se congestionner, la circulation de retour est gênée dans les veines par la grande pression dans le thorax ; les veines du cou ne contiennent pas de valvules, leur turgescence indique manifestement un reflux du sang veineux vers la tête. Le défaut d'afflux du sang dans l'oreillette droite par les veines caves entraîne la suspension de la circulation pulmonaire ; de plus le poumon est comprimé extérieurement par la masse intestinale et intérieurement par l'air emprisonné dans la trachée et dans les bronches, vu l'occlusion de la glotte ; pour ces deux raisons il se vide bien vite de sang : il s'ensuit un ralentissement assez notable de la circulation dans les artères (fig. 36).

Cet état ne peut se prolonger sans amener l'asphyxie, un besoin impérieux de respirer vous prend irrésistiblement, l'effort cesse

alors brusquement et la pression artérielle tombe tout à coup[1].

Dangers de l'effort. — En résumé l'effort amène des troubles constants dans l'appareil circulatoire, il produit la distension des artères du cerveau, quelquefois l'hémorragie cérébrale, l'anévrisme de l'aorte et l'emphysème; il surmène le cœur en lui demandant un travail excessif. Ces inconvénients ne sont pas à redouter au début chez un homme jeune, sain et vigoureux,

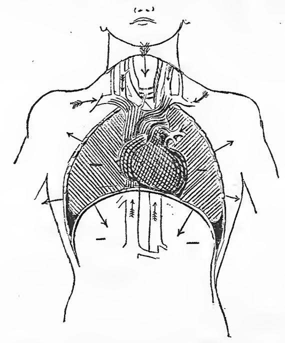


Fig. 34. — Schéma de la répartition du sang dans une profonde inspiration ou dans l'essoufflement par suite de l'aspiration thoracique.
Les parties teintées de hachures indiquent les organes congestionnés; les flèches le cours du sang et les puissances inspiratrices.

mais chez un sujet inaccoutumé, chez un homme âgé, l'abus de l'effort amène toujours de graves désordres. Le cœur s'hypertrophie pour se mettre en harmonie avec le surcroît de travail demandé, ses parois musculaires deviennent plus épaisses, plus puissantes, mais, bientôt fatigué, il se laisse distendre par la quantité exagérée du sang qui lui arrive, sa stucture se modifie, il devient graisseux; alors apparaissent tous les accidents de l'in-

1. Voir le travail du Dr Piasecki sur l'effort (Leopol 1903) et les travaux de François Frank.

suffisance des valvules : mélange du sang veineux et du sang artériel et mauvaise fonction respiratoire. La pression abdominale exagérée peut avoir pour conséquence la sortie de l'intestin par les parties faibles des parois du ventre; la hernie est un accident fréquent chez les athlètes, les bouchers, les porteurs de lourds fardeaux abusant constamment de l'effort.

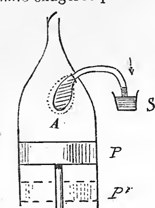


Fig. 35. — Schéma destiné à montrer l'influence de la pression dans le thorax sur la dilatation du cœur.

Le piston P étant tiré vivement, l'ampoule A qui représente le cœur se dilate et aspire le sang S situé à l'extérieur.

Il faut donc se livrer à l'effort avec la plus grande prudence et l'éviter dans l'enfance ou si l'on a quelque disposition aux maladies organiques du cœur. Nous verrons bientôt comment on peut faire des efforts musculaires intenses, sans pour cela s'exposer aux accidents de l'effort physiologique.

La circulation exerce à son tour une influence réciproque sur la respiration : le travail musculaire, l'état de la circulation pulmonaire, l'insuffisance de la nappe sanguine, le ralentissement de la circulation dans le repos et le sommeil, la composition chimique du sang, l'abondance du sang veineux, l'ingestion de substances excitantes sont des causes de changement dans le rythme et l'amplitude des mouvements respiratoires.

Violence de l'exercice au point de vue des troubles circulatoires et respiratoires. — Cela posé, nous pouvons concevoir nettement quel est l'effet de l'exercice ; nous dirons que l'exercice est plus ou moins violent suivant l'intensité des troubles qu'il apporte dans les grandes fonctions circulatoire et respiratoire. Nous sommes actuellement en mesure de préciser ces troubles et de distinguer les exercices violents parce qu'ils produisent l'effort, des exercices violents parce qu'ils produisent l'essoufflement.

Cette distinction correspond aux deux manières de dépenser son énergie : efforts statiques, contractions intenses et prolongées des muscles sans mouvement, par conséquent sans grande dépense de travail mécanique, et contractions moins intenses,

moins prolongées, mais répétées fréquemment avec mouve-

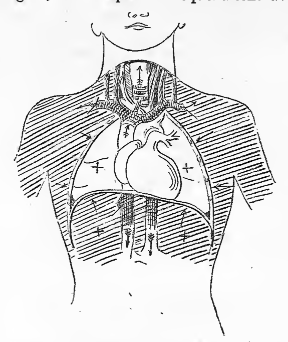


Fig. 36. — Répartition du sang dans l'effort d'expiration.
Le sang abandonne le poumon et le cœur à cause de la pression thoracique et abdominale (Comparer cette figure à la figure 34).

ments et finalement somme de travail considérable si le rythme est bien choisi.

Effort et travail. — Soutenir un fardeau, lutter pour terrasser un adversaire, c'est faire un exercice violent en raison de l'effort qu'il nécessite; monter une rampe escarpée ou courir longtemps, c'est faire un exercice violent en raison de la dépense de travail musculaire considérable produite dans un temps relativement court.

Effort et travail ne doivent jamais être confondus, ils ont des effets différents. Les troubles de l'effort sont constants : fatigue locale des muscles, arrêt de la respiration, pression exagérée dans le thorax amenant la gêne de la circulation pulmonaire et cardiaque, dilatation du cœur par la rentrée brusque du sang après la cessation de l'effort, puis une légère accélération des mouvements respiratoires pour compenser leur arrêt momentané, tels sont les troubles dus à l'effort.

Les troubles circulatoires et respiratoires produits par l'excès de travail musculaire sont l'essoufflement consistant en efforts d'inspiration, la poitrine gonflée d'air et de sang et ne pouvant se débarrasser de son trop-plein, une mauvaise circulation pulmonaire et cardiaque amenant la suffocation. Ces troubles dus à l'excès de travail dans un temps donné s'amendent avec l'entraînement et avec l'habitude. Ils ne dépendent pas de la somme absolue de travail, mais de l'état de l'individu. Le même exercice, la même distance parcourue à la course, qui provoquait les accidents de l'essoufflement, deviendront avec la pratique bien conduite un travail facile à accomplir sans causer les désordres circulatoires et respiratoires signalés plus haut.

Nous verrons, lorsque nous nous occuperons spécialement du travail, combien l'on se trompe en attribuant à certains exercices une dépense d'énergie considérable parce qu'on en ressent une grande fatigue.

Dans le grimper et la locomotion du corps avec les bras, la fatigue est due à l'insuffisance des muscles moteurs du tronc sur les bras. On s'élèvera ainsi avec beaucoup de peine à 10 mètres de hauteur, tandis qu'avec les jambes un marcheur ordinaire s'élèvera sur une pente douce à 1.800 mètres facilement. La somme de travail produit par le marcheur est alors 180 fois plus grande, et l'effet hygiénique résultant des échanges nutritifs ne ressemble en rien à l'effet momentané des contractions énergiques de quelques groupes musculaires spéciaux. Ceux-ci se développeront par l'exercice du grimper, mais le surcroît de nutrition est tout à fait local, il ne retentit pas sur l'économie entière; ce n'est pas un effet hygiénique.

Éducation des fonctions circulatoire et respiratoire, manière d'éviter les désordres de l'effort et de l'essoufflement. — L'éducation doit procurer ces avantages du travail généralisé. Il faut avant tout éviter les accidents de l'effort d'expiration; pour cela, il suffit de laisser la glotte ouverte pendant les grands efforts musculaires, de façon à ne pas emprisonner dans le thorax de l'air sous forte pression. Compter à haute voix, parler ou chanter pour s'assurer que la trachée est libre, est un moyen d'y parvenir.

Le bûcheron, le boulanger connaissent ces dangers, ils savent

faire l'effort musculaire sans comprimer le thorax; au moment le plus énergique ils poussent un ha! ils rejettent l'air du poumon, au lieu de le retenir et évitent ainsi les troubles dus à la rentrée subite du sang dans le cœur.

Il y a encore un moyen d'atténuer ces troubles, c'est de cesser l'effort progressivement; au lieu d'ouvrir la glotte et de rejeter tout à coup de la poitrine l'air emprisonné, on peut rejeter cet air lentement et obtenir un abaissement doux et gradué de la pression dans le thorax; il suffit, pour cela, de cesser la contraction des muscles de l'abdomen avant d'ouvrir la glotte. On évite ainsi la rentrée subite du sang dans le thorax et la dilatation des cavités du cœur.

On peut voir dans des tracés du pouls pris pendant l'effort la disparition des troubles de la circulation, grâce à la cessation progressive de cet effort.

Pour remédier à l'essoufflement, il faut s'habituer à lutter contre l'accélération des mouvements de la poitrine et substituer aux petites inspirations fréquentes les profondes inspirations et expirations rythmées.

Les mouvements respiratoires sont sous la dépendance de la volonté; on peut donc, à son gré, en modifier le rythme.

Nous connaissons maintenant les modifications spontanées produites dans le rythme respiratoire sous l'influence de l'entraînement. On peut hâter celles-ci par l'éducation. En s'entraînant progressivement à un travail pénible, en surveillant sa respiration, en l'empêchant de s'accélérer, on obtient un régime durable et un équilibre entre le travail produit et une ventilation suffisante du poumon. L'habitude de respirer largement est bien vite acquise, et définitivement acquise. Pour ma part, je me suis exercé à rythmer ma respiration avec mon pas, je suis assuré de ne pas la voir s'accélérer, ce qui arriverait infailliblement si je l'abandonnais à elle-même; j'arrive à gravir ainsi les six étages d'une maison, sans ressentir aucun trouble cardiaque ou respiratoire en faisant deux inspirations pendant un pas.

Au contraire, si je ne commandais pas à ma respiration, elle s'accélérerait bientôt, deviendrait haletante, et je serais forcé de m'arrêter.

GYMNASTIQUE RESPIRATOIRE. — L'éducation de la respiration

peut se faire séparément, en dehors de tout travail musculaire. Il y a une véritable gymnastique respiratoire, c'est l'art de rythmer les mouvements du thorax, de les amplifier, de faire prédominer ceux-ci sur les mouvements du diaphragme, et de faire pénétrer et de retenir la plus grande quantité possible d'air dans la poitrine.

Jointe à l'action mécanique des attitudes et des mouvements des membres supérieurs sur le soulèvement des côtes, la gymnastique respiratoire est le moyen direct pour développer la poitrine et favoriser la fonction du poumon. Elle agit sur la circulation dans le thorax, sans surmener le cœur, et agit également sur la circulation abdominale en favorisant la fonction de l'estomac, du foie et des autres viscères.

La gymnastique respiratoire a l'avantage de pouvoir être effectuée en tous lieux, en marche ou à l'état stationnaire.

Pratiquées simplement à la promenade, à l'air vif et pur de la campagne, les profondes inspirations donnent une sensation particulière de bien-être, décongestionnent le cerveau et réagissent contre la diminution de l'hématose.

Il faut, pour cela, une pureté parfaite de l'air; les poussières organiques répandues dans les salles fermées où le sol est couvert de sciure de bois ou de sable, sont tout à fait malsaines.

L'inspiration se fera par le nez, les narines dilatées ; l'expiration par le nez. Dans les replis de la pituitaire se déposent les corpuscules étrangers entraînés par l'air; si ce dernier est froid, il peut aussi se réchauffer au contact des muqueuses avant d'arriver dans le poumon.

La durée de l'inspiration est augmentée en inspirant par le nez; en expirant par la bouche, on offre à l'air une large voie de sortie et l'expiration se fait plus vite.

Cependant il est quelquefois plus pratique pendant la course de rejeter l'air par la bouche si l'état des fosses nasales l'oblige, si elles sont obstruées par des mucosités ou des polypes. L'air sortant du poumon réchauffe les muqueuses nasales refroidies dans l'inspiration précédente et l'habitude de respirer par le nez évite la salivation anormale, la dessiccation de la langue et le ronflement pendant le sommeil, elle favorise la guérison des coryzas en assurant le passage de l'air sur les muqueuses tuméfiées.

Dally (1) a insisté dans ses écrits sur l'importance des exercices de la respiration; on doit apprendre à respirer, disait-il, car on ne sait généralement pas le faire

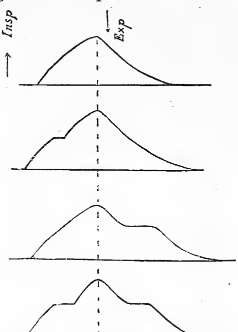


Fig. 37. — Exercices respiratoires consistant :

1° En une profonde inspiration et une profonde expiration; — 2° en une inspiration faite en deux fois et une expiration; — 3° en une inspiration et une expiration faite en deux fois; — 4° en une inspiration faite en deux fois et une expiration faite en deux fois.

Nycander a publié des tableaux très curieux d'exercices respiratoires; il combine de toutes manières les inspirations et les expirations, il les fractionne, les interrompt, les reprend, en varie la durée et le rythme.

On peut noter ces exercices en employant les signes musicaux pour indiquer la durée relative des différentes phases de la respiration et en distinguant par des soufflets l'expiration de l'inspiration. En voici quelques exemples (37 et 38).

Éducation respiratoire des chanteurs. — Les chanteurs font l'éducation de leur respiration dans un but particulier, ils cher-

1. Dally, *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, article « Gymnastique ».

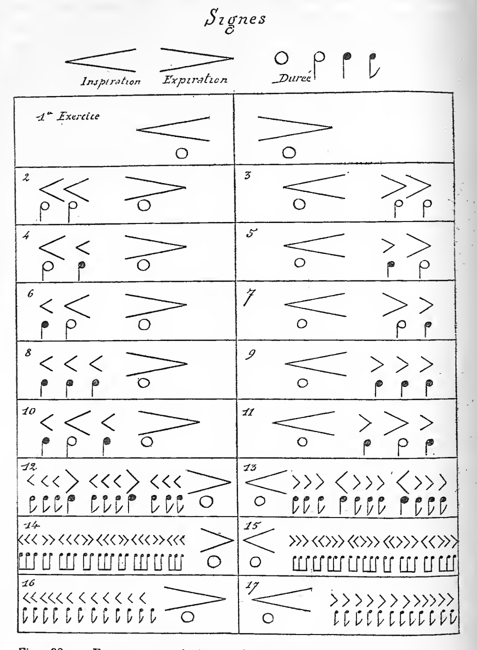


Fig. 38. — Exercices respiratoires de Nycander notés avec les signes musicaux indiquant la durée et l'amplitude des reprises d'inspiration et d'expiration.

cherchent à retenir dans le poumon l'air sous une pression modérée et à le débiter ensuite lentement en vue de l'émission du son.

Dans le chant, la phase utilisable est l'expiration, le son est dû à la sortie de l'air par le larynx, mais la poitrine se vide, il faut interrompre le son pour la remplir de nouveau et il faut le faire promptement. Aussi l'inspiration est-elle brève et profonde (fig. 39).

Il est important pour le chanteur de faire des inspirations profondes afin d'emmagasiner une grande quantité d'air dans la poitrine, les muscles inspirateurs sont alors fortement mis en jeu, la glotte reste ouverte pour l'émission du son, la pression d'air ne dépasse pas dans le thorax quelques centimètres de mercure.

L'ampleur de la voix ne dépend pas de la grandeur excessive de la pression sous laquelle le son est émis. — Sur un homme trachéotomisé pouvant encore émettre quelques sons musicaux,

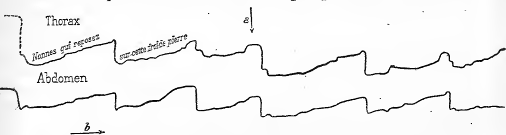


Fig. 39. — Mouvements de gonflement et de dépression du thorax et de l'abdomen inscrits au moyen de deux pneumographes chez un chanteur de l'opéra (M. Boudouresque) pendant l'air des « Nonnes » de *Robert le Diable*. On constate le parallélisme des tracés et la brusquerie de l'inspiration.

a, sens de l'inspiration ; *b*, sens de la durée des mouvements.

nous avons mesuré cette pression en ajustant à la canule de sa trachée un manomètre; la pression mesurée n'a pas dépassé 4 centimètres de mercure pendant le chant. Nous sommes donc loin de la valeur des 12 centimètres de pression intrathoracique constatée dans l'effort, aussi ne voit-on pas de troubles circulatoires se produire dans le chant.

Si l'on émet l'air sous une trop grande pression, la qualité de la voix devient mauvaise; ce n'est plus chanter, mais crier.

Ouvrant la glotte démesurément, l'air sort avec violence en sifflant, sans produire pour cela un son plus nourri ou plus intense.

Ce qui se passe ne peut mieux être comparé qu'à la fuite d'air dans un tuyau d'orgue dont le soufflet serait trop chargé de poids.

Importance du chant comme exercice respiratoire. — L'exercice du chant est un exercice respiratoire de premier ordre pour dilater le poumon; tous les chanteurs de profession ont de grandes capacités respiratoires. Dans les écoles de sourds-muets, les élèves nouveaux ne savent émettre que des sons absolument rudimentaires; dès leur entrée ils exercent leur souffle, on leur fait éteindre une bougie à distance, on leur apprend à émettre des sons articulés; à la suite de ces exercices leur appareil respiratoire se perfectionne, leur capacité thoracique augmente, et la forme extérieure de la poitrine change visiblement : d'aplatie, elle devient saillante et bombée. Il en est de même chez les musiciens qui travaillent les instruments à vent; tous ces faits nous montrent l'importance de la gymnastique respiratoire.

Le chant ne doit pas être associé aux mouvements gymnastiques. — Mais faudrait-il pour cela associer le chant aux exercices gymnastiques? Non certes, la raison est simple : dans le chant, la durée de l'expiration devient 15 fois plus longue que l'inspiration, le travail musculaire nécessite une respiration plus active, un appel plus considérable d'oxygène au contact du sang, une inspiration profonde et prolongée, et le chant vient d'autre part s'opposer à cette nécessité en donnant la prédominance à l'expiration; ce sont là deux effets contraires (fig. 39).

Les mouvements des bras agissent sur les côtes, les soulèvent ou les affaissent. Pour que le chant ne contrarie point cette action, il faudrait qu'il soit adapté au rythme et à la nature des exercices : on aurait ainsi de la mauvaise musique et de la mauvaise gymnastique. Le chant doit donc rester indépendant, tout au plus peut-on l'associer à des marches rythmées, jamais à des mouvements des bras ou du tronc.

Exercices des bras favorisant l'inspiration. — Au contraire, il est excellent de faire de profondes inspirations pendant l'exécution de certains exercices gymnastiques ; il faut, bien entendu, les faire coïncider avec les mouvements qui ont une action marquée sur la dilatation thoracique.

J'ai fait à ce sujet de nombreuses expériences, elles confirment les pratiques usitées depuis longtemps dans la respiration artificielle des asphyxiés.

Respiration artificielle. — Quand on veut rappeler à la vie un noyé, on fait agir plusieurs moyens, on le réchauffe, on le frictionne, on cherche à produire le réflexe respiratoire et l'on n'y parvient souvent qu'après avoir pratiqué longtemps la respiration artificielle.

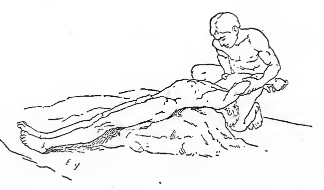


Fig. 40. — Manœuvre de la respiration artificielle chez un noyé par l'élévation passive des bras.

Celle-ci se fait de bouche à bouche, ou bien en opérant des pressions rythmées sur le thorax, des tractions sur la langue ou des mouvements des bras. Pour cela, l'opérateur saisit les bras du patient et leur fait décrire des mouvements passifs d'élévation et de circumduction (fig. 40).

Ces mouvements des bras produisent une dilatation du thorax, font pénétrer dans la poitrine une petite quantité d'air et la fonction respiratoire se rétablit peu à peu.

La même chose se passe dans les mouvements gymnastiques.

Les exercices des bras et les attitudes d'extension ont pour effet d'augmenter l'amplitude du mouvement des côtes et de contribuer ainsi à l'augmentation de la capacité respiratoire

par la mobilité qu'ils donnent à toutes les articulations du thorax.

Les mouvements des bras sont effectués ordinairement par les muscles prenant leurs points fixes sur le tronc. Mais, inversement, on peut, par un artifice gymnastique, intervertir les

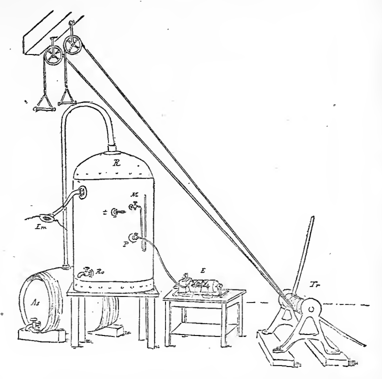


Fig. 41. — Disposition expérimentale pour étude de l'effet de la suspension par les mains sur les organes respiratoires.

Tr, treuil pour suspendre le sujet aux poignées S; — R, spiromètre enregistreur communiquant avec l'appareil inscripteur E par le robinet P. Les mouvements du thorax et de l'abdomen s'inscrivent sur le même cylindre; — Em, embouchure par où l'on respire; — As, aspirateur pour renouveler l'air du spiromètre; — M, manomètre à eau; — *t*, thermomètre; — Ro, robinet purgeur de l'eau de chaux contenue au fond du spiromètre.

insertions des muscles moteurs, fixer les bras, de préférence en élévation, et faire agir sur les côtes les muscles moteurs des bras, qui, devenus ainsi moteurs des côtes, soulèvent celles-ci et agrandissent les diamètres du thorax. La fixation de l'épaule en arrière et le redressement des courbures du rachis sont les conditions les plus favorables à cette dilatation.

Influence de la suspension sur la dilatation du thorax. — Suspendez-vous à une barre fixe ou à des barres parallèles

hautes, les bras bien allongés, les mains écartées et le plus passivement que vous pourrez, c'est-à-dire en évitant les efforts de flexion des membres et du tronc, la contraction des muscles fléchisseurs des doigts suffit à cette attitude. Ainsi, bien allongé, expirez tout l'air que vous pouvez rejeter de vos poumons, en ayant soin de ne faire aucune inspiration nouvelle.

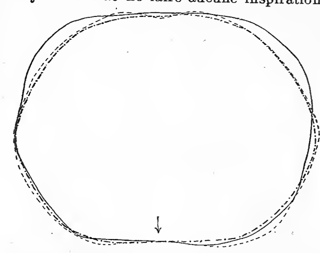


Fig. 42. — Coupes horizontales du thorax prises au même niveau chez le même sujet, avec le thoracomètre Demeny[1].

La coupe indiquée en trait continu correspond à la phase d'inspiration en station debout, le trait pointillé à la suspension allongée, le trait point et barre correspond à l'expiration en suspension allongée. La flèche indique la partie antérieure de la poitrine.

Quand vous aurez, en contractant les parois de l'abdomen, rejeté cet air, lâchez alors l'appareil auquel vous étiez suspendu et vous constaterez, revenu à la station debout sur le sol, les bras abaissés, que vous pourrez rejeter encore une certaine quantité d'air de votre poitrine, c'est-à-dire continuer votre expiration rendue impossible par le fait de l'attitude suspendue.

Le surcroît d'air expiré mesure la dilatation thoracique produite mécaniquement par la suspension ; ce volume d'air dépend du degré d'allongement du corps et de la mobilité des côtes.

L'expérience précédente, fort simple, est une preuve expérimentale de l'effet de la suspension allongée sur la dilatation thoracique (fig. 41).

Du reste il y en a d'autres. Des sections horizontales du thorax prises à un même niveau dans l'inspiration et dans l'expiration

1. Voir appareils de mensuration à la fin de cet ouvrage.

maximum et comparées aux mêmes sections prises pendant la suspension montrent l'avantage de cette dernière attitude au point de vue de la dilatation thoracique (fig. 42).

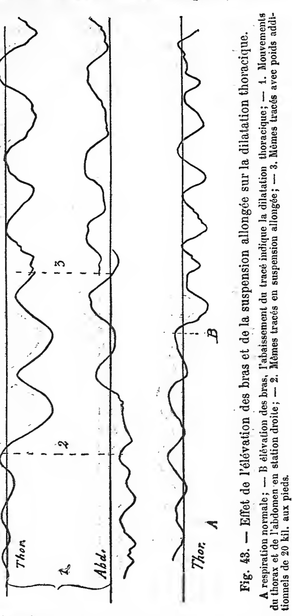


Fig. 43. — Effet de l'élévation des bras et de la suspension allongée sur la dilatation thoracique.

A respiration normale; — B élévation des bras, l'abaissement du tracé indique la dilatation thoracique; — 1. Mouvements du thorax et de l'abdomen en station droite; — 2. Mêmes tracés en suspension allongée; — 3. Mêmes tracés avec poids additionnels de 20 kil. aux pieds.

On constate même que, dans l'attitude de suspension, les dimensions du thorax en expiration sont au moins égales à celles du thorax en inspiration dans l'attitude droite, bras abaissés.

L'ampliation thoracique est bien due dans ce cas à l'attitude de la suspension ; en effet, si l'on charge de poids les pieds d'un sujet suspendu par les mains, on augmente encore l'allongement passif et les dimensions de la poitrine.

La même action dilatatrice du thorax se produit dans une simple élévation des bras, les épaules rejetées en arrière, les coudes dans le plan des épaules et les courbures du rachis aussi effacées que possible, à la manière de la gymnastique suédoise. Je me courbe, mes habits sont flottants ; je me redresse ils me serrent la poitrine (fig. 43). (Voir plus loin à propos de l'ampliation thoracique).

Relation entre les courbures du rachis et la forme du thorax. — Il y a donc une relation évidente entre les courbures du rachis, la forme et la capacité du thorax.

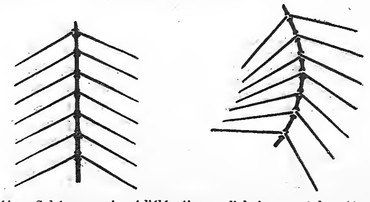


Fig. 44. — Schéma montrant l'élévation ou l'abaissement des côtes dû seulement à l'augmentation ou à la diminution de la courbure du rachis.

Toutes les attitudes où la colonne vertébrale est incurvée s'accompagnent de l'abaissement des côtes et de l'affaissement de la poitrine. Il est impossible d'aspirer une grande quantité d'air si l'on est courbé en avant ou affaissé sur soi-même.

On n'a pas besoin de l'action des muscles inspirateurs pour expliquer cette dilatation, le seul fait d'exagérer ou de diminuer les courbures du rachis entraîne forcément une diminution ou une augmentation de la grandeur des espaces intercostaux, comme le montre le schéma ci-contre (fig. 44).

Chez les scoliotiques, à la partie convexe de la courbure latérale correspond toujours une dilatation des côtes, et inverse-

ment le thorax est affaissé du côté de la concavité (fig. 45)[1].

Cet affaissement du thorax entraîne une diminution de la surface active du poumon.

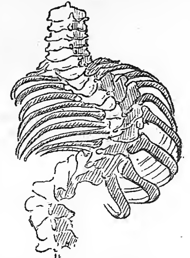


Fig. 45. — Thorax déformé par les courbures anormales du rachis dans la scoliose ; on voit les espaces intercostaux correspondant à la portion concave de la courbure du rachis.

Ampliation spontanée et ampliation volontaire du thorax. — Nous sommes maintenant fixés sur le mécanisme de la dilatation du thorax à la suite des attitudes d'extension ou des exercices respiratoires. La dilatation du thorax qui se produit spontanément à la suite de l'entraînement aux exercices violents, demandant une respiration très active, n'a pas d'autre cause. Réflexe respiratoire inconscient ou mouvements respiratoires volontaires, peu importe, les mêmes actions musculaires entrent en jeu pour soulever les côtes.

A ce sujet on ne peut considérer comme fondées les objections qui m'ont été faites par M. le Dr Lagrange[2]; dire que la capacité thoracique n'augmente que par suite des grands efforts d'inspiration accompagnant un grand travail musculaire comme la course est une erreur fondamentale.

Des mesures prises sur des chanteurs de l'Opéra nous ont donné les chiffres suivants :

MM. Giraudet	4^{l},5
Dubulle	5^{l},75
Piroia	4^{l}, »
Boudouresque	5^{l}, »

Tandis que la capacité moyenne des hommes entraînés à la gymnastique et âgés de vingt-quatre à vingt-cinq ans a une valeur de 4 litres environ.

1. Bouvier, *Maladies chroniques de l'appareil locomoteur*.
2. Lagrange, *Physiologie des exercices du corps*. Paris, F. Alcan.

La capacité respiratoire des chanteurs a été obtenue uniquement par l'exercice de la respiration, sans aucun travail musculaire qui essouffle, elle est cependant aussi considérable que celle des sujets n'ayant fait que des exercices musculaires violents.

M. le Dr Lagrange lui-même se contredit lorsqu'il écrit dans l'*Hygiène de l'exercice*[1] page 71 :

« Le poumon subit, on le sait, les mêmes lois de développement que les autres organes du corps. Son volume augmente en proportion de son fonctionnement.

« De même que le muscle grossit lorsqu'on augmente son travail, ainsi le poumon acquiert plus de volume lorsqu'on active ses mouvements respiratoires.

« Le poumon soumis au repos forcé diminue de volume comme le fait un muscle qui s'atrophie faute d'agir[2]. »

Ibid., page 75 :

Les exercices des jambes, dont la course est le type, sont supérieurs aux exercices des bras pour développer le poumon, parce qu'ils activent bien davantage la fonction respiratoire. Nous savons bien que les gymnastes adonnés aux exercices des appareils ont généralement la poitrine très développée, mais *c'est à la course et à la boxe* qu'ils doivent surtout le développement de leur poumon. »

Ibid., page 118 :

« La poitrine est devenue plus ouverte *parce que la respiration plus active a gonflé le poumon et que les côtes s'écartent et se relèvent pour lui faire place.* »

Cette dernière assertion surtout semble attribuer au poumon un rôle actif, celui de pousser sur la paroi thoracique ; l'on s'explique difficilement le poumon ayant le double rôle de pousser et d'être en même temps élastique, c'est-à-dire tendant à revenir sur lui-même.

S'il pousse contre la paroi thoracique, il n'y a donc pas de

1. F. Lagrange, *Hygiène de l'exercice chez les enfants.* Paris, F. Alcan, 1890.

2. Il est clair que si le poumon se développe ou s'agrandit, il permet une ampliation plus grande de la cage thoracique sous l'effet des muscles inspirateurs ; de sorte que les mouvements respiratoires se feront en partant d'une position plus élevée si l'élasticité pulmonaire le permet ; ce qui n'empêche pas le poumon d'être toujours sous pression négative dans le thorax

pression négative dans la cavité pleurale, et on ne peut concevoir le mécanisme de l'expiration. Dire que les côtes se relèvent pour faire place au poumon, c'est avancer que le piston d'une pompe monte pour faire place à l'eau qui le soulève, c'est une explication assez étrange qui ferait faire la grimace au plus petit des physiciens.

Nous concluons de ces observations un fait indiscutable : le poumon ne se dilate que sous l'action des muscles inspirateurs, c'est-à-dire d'une action extérieure au thorax. Le poumon a beau se déplisser dans l'inspiration, jamais il n'arrive à la limite de son élasticité, il tend à revenir sur lui-même avec d'autant plus d'intensité qu'il a été plus dilaté, entraînant les côtes et affaissant le thorax.

D'ailleurs, il faudrait au poumon un point d'appui pour avoir une action sur les côtes et, sauf dans le cas de l'effort, le diaphragme présente une moindre résistance que les parois du thorax, il céderait donc plutôt que de servir de point d'appui au poumon pour soulever les côtes.

Cette assertion du poumon soulevant les côtes est donc une absurdité et tout l'échafaudage bâti sur cette erreur croule de lui-même avec la thèse contre la gymnastique méthodique.

La passivité du poumon est un fait classique ; aucun anatomiste qui a ouvert un cadavre n'oserait le nier (Winslow, Paul Bert, Marey, Mathias Duval, Beaunis, Sappey, Cruveilhier, etc.).

Influence des attitudes sur l'ampliation du thorax. — En résumé, nous avons établi l'influence des attitudes et des mouvements des bras sur la dilatation thoracique. Cette influence s'exerce à des degrés divers suivant les mouvements, elle combat l'affaissement des côtes et l'ankylose des articulations du thorax.

Les vêtements serrés, corsets, ceintures non élastiques, compriment la base du thorax, s'opposent directement à l'amplitude des mouvements respiratoires. Les mauvaises attitudes où la courbure dorsale est exagérée et le dos voûté, celles où les épaules sont attirées en avant, les bras croisés sur la poitrine, les bords spinaux des omoplates écartés l'un de l'autre, sont défavorables au point de vue de la dilatation thoracique.

Au contraire, les attitudes d'extension, les épaules rejetées en arrière, le corps droit, l'abduction modérée des bras en arrière,

la rotation en dehors, l'abduction horizontale, l'élévation verticale des bras et au plus haut degré la suspension passive par les mains, les bras bien allongés, sont des attitudes ayant une action sur le soulèvement des côtes, sur leur mobilité, ce qui permet les grands mouvements inspiratoires.

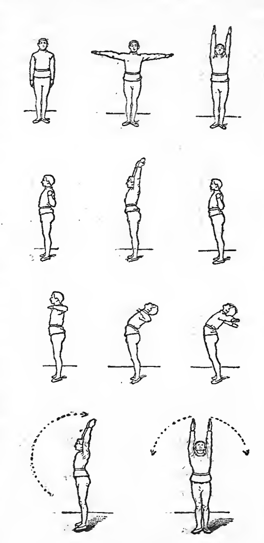


Fig. 46. — Exercices respiratoires.

1. Élever les bras latéralement en inspirant, les abaisser en expirant; — 2. Élever les bras verticalement en inspirant; — 3. Étendre le tronc en étendant les bras latéralement et en inspirant; — 4. Circumduction lente des bras avec une profonde inspiration.

EXERCICES RESPIRATOIRES. — Ceux-ci doivent être exécutés largement pendant les attitudes indiquées précédemment, et il faut toujours faire coïncider la période d'inspiration avec le mouvement ayant une action dilatatrice du thorax.

Ainsi on élèvera les bras étendus lentement en avant ou latéralement, en faisant une inspiration profonde; on abaissera les bras en faisant une expiration (fig. 46 et 47).

On fera de même une circumduction lente des bras, le tronc étendu; l'inspiration profonde coïncide toujours avec l'élévation ou l'écartement des bras, l'expiration, au contraire, coïncide avec l'abaissement ou le rapprochement des bras.

Il est bien entendu que ces exercices respiratoires ne sont qu'une gymnastique des organes mécaniques de la respiration ; ils agissent peu ou point du tout sur les échanges chimiques constituant la fonction respiratoire proprement dite.

Le travail musculaire intense peut seul produire cette action physiologique. Nous avons séparé à dessein cette action de l'influence des mouvements sur le mécanisme respiratoire, nous avons montré combien il était utile d'améliorer d'abord celui-ci avant de s'entraîner à des exercices violents.

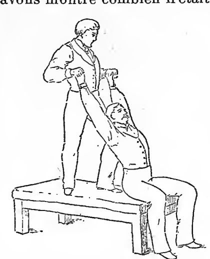


Fig. 47. — Mouvement inspiratoire exécuté avec assistance d'un aide (gymnastique suédoise).

Le sujet éduqué de cette façon est certainement perfectionné, il montrera une réelle supériorité le jour ou il demandera à sa respiration un surcroît de fonctionnement.

La course peut provoquer les mêmes effets d'ampliation sur le mécanisme respiratoire; nous l'avons vu plus haut, mais c'est un exercice trop violent ; dans une course de vélocité, les mouvements respiratoires sont suspendus, et nous avons étudié les accidents graves de l'essoufflement avec le forçage du cœur qui en peut être la conséquence.

Il est impossible de conseiller exclusivement la course à des enfants ou des hommes âgés, comme exercice respiratoire.

Il y a au contraire avantage immense à séparer l'éducation du mécanisme respiratoire de l'exercice violent.

Nous aurons à revenir sur ce sujet à propos de l'entraînement et de la forme de la poitrine.

Les recommandations pratiques relatives à l'éducation de la fonction respiratoire peuvent se résumer comme il suit : Vivez à l'air pur.

Rythmez votre respiration ;

Respirez largement et lentement ;

Prolongez l'inspiration en inspirant par le nez ;

Apprenez à expirer profondément l'air de votre poitrine pour éviter les désordres de l'essoufflement;

Ne parlez ni ne chantez pendant le travail;

Entraînez-vous avec la progression la plus douce;

Faites des exercices respiratoires et favorisez l'ampliation de la poitrine par des attitudes de suspension allongée, d'élévation des bras et de rectification du tronc;

Évitez l'effort;

Ne fermez pas la bouche mais comptez à haute voix ou criez pendant l'effort musculaire à l'exemple du bûcheron ou du boulanger;

Si vous avez fait l'effort, cessez-le progressivement en ne rejetant pas tout d'un coup l'air de votre poitrine. Mais en décontractant les muscles du ventre avant d'ouvrir la glotte.

Les grandes inspirations calment les battements du cœur pour la raison indiquée plus haut.

A la suite des efforts le cœur et la poitrine se vident de sang, de là l'accélération des battements; par de profondes inspirations le sang revient au cœur et à la poitrine et le cœur se calme parce qu'il a un travail plus intense à produire. Dans l'essoufflement la congestion passive du poumon est diminuée par des expirations et des mouvements doux qui rétablissent le cours du sang[1].

§ 4. — *Éducation des fonctions de désassimilation. Fatigue et entraînement*

Source de l'énergie humaine. — La machine humaine tire sa puissance de travail de l'énergie latente contenue dans les aliments sous forme de composés instables. Dans un moteur mécanique, la combustion du charbon où des gaz combustibles produit de la chaleur, chaleur qui se transforme en travail moteur suivant une loi d'équivalence connue. Mais, qu'elle que soit la perfection du mécanisme, ou l'habileté du chauffeur, toute cette chaleur n'est pas transformée en travail, il n'y en a que les 80 p. 100 au maximum d'utilisés; le reste est perdu ou se retrouve sous forme de déchets, en résidus de la combustion consistant en gaz, scories et usure des pièces de la machine.

1. Voir contre-indications relatives aux exercices respiratoires. Demeny, *L'École française*.

Élimination des déchets de la nutrition et du travail. — Dans le corps humain les choses se passent de même; la vie est un perpétuel échange de matériaux entre les cellules vivantes et les liquides nourriciers; les cellules absorbent à leur profit une partie des substances nécessaires à l'entretien de leur vitalité, elles rejettent les résidus provenant du fonctionnement même de la vie. Les tissus vivants éprouvent deux nécessités indispensables : celle de toujours se nourrir aux dépens du sang et de la lymphe, et celle de rejeter le reste des produits élaborés dans l'acte même de la vie. Il y a les déjections des cellules vivantes, comme il y a les résidus du foyer d'une machine; ces déjections sont fort complexes. Elles proviennent du travail musculaire et nerveux, on les retrouve à l'état d'acide lactique, d'urée, d'acide carbonique.

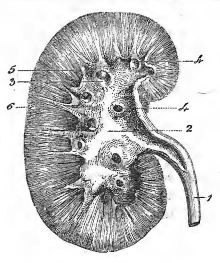


Fig. 48. — Coupe du rein.
1, uretère; — 2, bassinet; — 3, calice; — 4, mamelon; — 5, substance tubuleuse; — 6, substance corticale.

La présence de ces déchets dans l'organisme est une cause de ralentissement dans la vitalité des tissus, elle empêche les échanges nutritifs et arrête la production du travail. Ces matières ne peuvent séjourner dans l'économie sous peine de troubles graves, d'indispositions et de maladies. L'organisme doit les éliminer pour conserver l'intégrité de ses fonctions, et il existe pour cela une série d'organes essentiels chargés de rejeter à l'extérieur les produits devenus inutiles ou nuisibles.

Les déchets provenant du travail de l'organisme s'éliminent par trois voies principales : la peau et le poumon, le rein, l'intestin.

Par l'intestin nous rejetons les résidus du travail de la digestion, les parties des aliments qui n'ont pu être digérées et n'ont point été assimilées; par la peau et le poumon s'éliminent l'eau en excès, l'acide carbonique du sang et quelques substances acides; par le rein sont rejetés l'eau et les produits du travail musculaire et nerveux contenus dans le sang (fig. 48 et 49).

L'urine en effet change de composition suivant la dose ou la violence de l'exercice auquel nous nous livrons, et nous examinerons la relation existant entre la fatigue et cet état de l'urine.

Élimination par la peau ; soins de la peau. — La fonction de la peau est complémentaire de celle du rein ; on voit la quantité d'urine augmenter lorsque la sueur diminue, et inversement toute sueur abondante diminue l'abondance de l'urine émise dans une journée et en augmente la densité.

Il y a du reste une relation si intime entre la peau, le poumon et les reins qu'une suppression subite de la sueur à la suite d'un refroidissement peut occasionner des accidents graves inflammatoires dans les deux derniers organes.

La transpiration cutanée a deux effets utiles : refroidir le corps et éliminer des substances nuisibles en excès. Quand la température de notre corps s'élève, les vaisseaux capillaires se dilatent, le volume des extrémités s'accroît par l'apport d'une grande quantité de sang qui se refroidit en abandonnant les régions centrales ; de plus, les glandes sudoripares se mettent à fonctionner, la sueur perle et s'évapore sur la peau au contact de l'air en em-

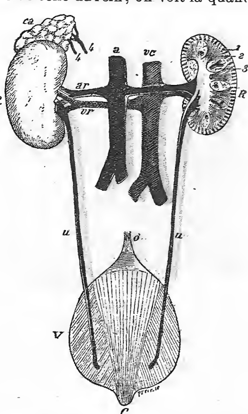


Fig. 49. — Appareil vésico-rénal, vue postérieure.

R, R, reins ; — u, u, uretères ; — V, vessie ; — C, col de la vessie ; — ca, capsule surrénale.

pruntant à notre corps la chaleur nécessaire. La sueur agit donc comme l'eau à la surface d'un vase poreux appelé alcarraza employé dans les pays chauds pour rafraîchir l'eau; elle est aussi un émonctoire par lequel s'éliminent certains déchets. Bien des gens ont une sueur acide et ont la propriété d'oxyder les métaux au simple toucher; d'autres, les diabétiques, ont une sueur sucrée et se débarrassent ainsi du sucre en excès contenu dans leur sang (fig. 50).

Fig. 50. — Structure de la peau.

3,3, épiderme; — 5,5, derme; — 6,6, papilles; — 7,7. vésicules adipeuses; — 9,9, glandes sudoripares; — 10.10, canaux sudorifères; — 11.11, leurs orifices.

La transpiration est pour cela une fonction qu'il faut favoriser par l'exercice musculaire. Il est hygiénique de pousser celui-ci jusqu'à la moiteur de la peau, mais il faudra, bien entendu, éviter les refroidissements et ne pas s'arrêter dans un courant d'air après avoir fait des mouvements violents qui provoquent une transpiration abondante. Il faudra surtout ne point écouter la soif et se garder d'absorber des boissons froides lorsque le corps est échauffé par le travail.

La transpiration salit la peau, les sels contenus dans la sueur s'y dessèchent, les poussières de l'atmosphère et les matières sébacées y forment un enduit gras et malpropre.

On ne saurait trop veiller à la propreté de la peau, c'est là une condition hygiénique de première importance. Le bain chaud et le lavage au savon entretiendront la propreté; les frictions sèches, vigoureusement faites, enlèveront la couche morte de l'épiderme et rajeuniront les cellules superficielles.

Il faudra se garder de conserver les tricots ou flanelles trempées de sueur. On doit, au contraire, les enlever et les changer

aussitôt l'exercice terminé et s'habituer à prendre une douche à ce moment.

Hydrothérapie. — Associée aux exercices physiques, l'hydrothérapie donne à l'individu le maximum de résistance et de santé dont il est susceptible. La douche froide ou l'ablution doivent être prises ayant chaud ; il est préférable de s'en abstenir s'il n'en est pas ainsi.

On voit souvent dans les hôpitaux ou les dispensaires des malades auxquels on administre la douche alors qu'ils ont attendu longtemps immobiles dans des vestibules glacés. Il faut avoir assez chaud pour désirer l'ablution ; du reste, l'effet de la douche, la réaction qui doit l'accompagner, dépendent de la différence entre la température du corps et celle de l'eau.

L'hydrothérapie agit par deux moyens : la température de l'eau et la percussion du jet. La lotion simple n'agit que par la température seule ; aussi est-il indispensable de la faire toujours suivre de frictions vigoureuses avec des linges rugueux et secs, afin d'obtenir une réaction plus énergique.

La lotion d'eau froide doit se prendre au saut du lit : un tub, un seau d'eau, une éponge ou une serviette suffisent pour cela. L'habitude journalière en est excellente et vous aguerrit contre le refroidissement. On trempe l'éponge dans l'eau et on l'exprime sur la nuque, le devant de la poitrine, l'abdomen, et l'on termine par le bain de pied et la friction énergique du dos, de la poitrine et des membres.

L'hydrothérapie en jet demande des conditions plus complexes. Sa pratique est, d'ailleurs, assez délicate pour nécessiter une étude spéciale. Il n'y a pas de règles générales à dicter dans son application. Chaque sujet en effet réagit à sa façon et peut en ressentir un effet excitant ou déprimant suivant les cas.

Il y a cependant des indications à suivre pour obtenir l'effet hygiénique et pour éviter des accidents.

La douche doit être prise ayant chaud, même en moiteur, la température de l'eau de 10 ou 12° centigrades, et celle de la salle de 20 à 25°. C'est grâce à la différence entre la température de l'eau et celle de l'air, que l'on obtient la réaction certaine amenant le sang à la peau et la sensation de bien-être final.

Il ne faut pas diriger le jet sur la tête, mais d'abord sur les côtés de la colonne vertébrale, sur les épaules et les membres supérieurs, ensuite sur les membres inférieurs. Sur l'abdomen et la poitrine le jet devra être brisé; on termine par un jet vigoureux sur les pieds. La durée totale ne dépassera pas dix à douze secondes.

On fera suivre la douche d'une friction sèche et d'un exercice modéré, une promenade d'un quart d'heure.

On ne peut prendre la douche si le travail de la digestion n'est pas bien terminé, c'est-à-dire deux heures au moins après les principaux repas. Le déjeuner du matin, s'il est léger, n'est pas un obstacle à l'hydrothérapie.

Le froid excessif, une température de l'eau inférieure à 10° et de la pièce inférieure à 15° sont des contre-indications de la douche.

Il en est de même si le sujet est trop excitable, s'il dort mal, ou s'il est atteint d'affections du cœur ou de la poitrine.

Souvent on est obligé de commencer par la douche tiède pour arriver graduellement à la température basse.

Les douches chaudes alternant avec les douches froides sont des raffinements de l'hydrothérapie qui soumettent le système nerveux à une fatigue excessive et n'ont pas un effet aussi nettement déterminé que l'usage de l'eau froide agissant rapidement et suivi de la réaction. Le bain chaud déprime et doit être suivi d'un repos, le bain froid prolongé n'est pas hygiénique, on en sort refroidi, et il faut faire ensuite un exercice assez violent pour provoquer la réaction qui ne se produirait point sans cela.

En résumé, l'exercice modéré joint au soins journaliers de la peau est une condition essentielle du fonctionnement normal des appareils d'excrétion; il facilite le rejet à l'extérieur des déchets provenant soit de la digestion, soit de la nutrition, soit du travail musculaire et nerveux. Dans l'état sédentaire, les fonctions languissent; on dépense moins, on répare moins encore et, ce qui est plus grave, les organes s'encombrent de matériaux de réserve comme la graisse, ou des substances provenant de la désassimilation des tissus. L'exercice stimule la fonction des reins, du poumon et de la peau, par lesquels doivent s'éliminer ces déchets.

C'est le coup de fouet sans lequel l'organisme serait dans un état de paresse et de langueur incompatible avec la vigueur et la santé.

Dans les maladies par ralentissement de la nutrition, dans le rhumatisme, l'arthritisme et la goutte, l'exercice avec une alimentation convenable est le seul palliatif [1].

Fatigue. — Tout travail, toute dépense d'énergie, a sa source dans les combustions intimes et s'accompagne d'un changement dans la composition chimique des tissus et des liquides de l'organisme. Le corps perd de sa substance, il a besoin de s'alimenter; il s'encombre des résidus des combustions dont il doit se débarrasser; il lui faut un certain temps pour cela, il doit se reposer pour se retrouver dispos.

Un travail intense trop longtemps soutenu amène un état particulier connu sous le nom de fatigue. Cet état se manifeste par une difficulté, une peine à continuer le travail ; il nous faut faire un effort pour agir.

Cela n'est pas particulier au muscle ; toutes les fonctions, tous les organes, muscles, cerveau, glandes, sont susceptibles de fatigue et s'épuisent par un exercice soutenu.

Il y a une dose d'activité compatible avec la nutrition des organes, on ne peut la dépasser sans provoquer des troubles de la fonction, sans amener son ralentissement et quelquefois même son arrêt.

Cela s'explique : un travail soutenu longtemps est une dépense qui peut surpasser les réserves de l'organisme, il doit cesser forcément pour laisser la réparation se faire. Le repos est une condition indispensable de la réparation.

Loi d'alternance d'activité et de repos des organes. — Aucun travail physique ou intellectuel ne peut se soutenir au delà d'un certain temps sans être suivi de repos. Après une journée de labeur, il nous faut dormir la nuit, nous sommes dominés par la loi d'alternance d'activité et de repos, qui est générale et s'étend à tous les organes.

Le cœur travaille toute la vie, mais travaille d'une façon

1. Bouchard, *Les maladies de la nutrition*.

intermittente : il se repose pendant la diastole, la proportion de repos et de travail est dans la proportion de la durée de la systole et de la diastole, c'est-à-dire pour l'oreillette de 2 à 8 et pour le ventricule de 1 à 1. Il en est de même des puissances actives dans la respiration, des muscles et des glandes de l'appareil digestif. Les centres nerveux surtout s'épuisent et nécessitent le repos. Le sommeil nous supprime un tiers au moins de notre vie active, mais nous avons beau lutter, il devient un besoin impérieux, c'est une nécessité que nous devons subir.

Le repos doit être réglé de façon que la réparation des pertes subies par l'organisme à la suite du travail soit intégrale ; à chaque reprise de travail les fonctions doivent être entièrement rétablies. Ce régime une fois obtenu, la machine humaine peut travailler longtemps sans se fatiguer.

Au contraire, la fatigue se manifeste dès que la dépense excède la réparation ; elle peut présenter des formes légères et des formes graves, depuis la courbature inoffensive jusqu'à la syncope mortelle.

La période de repos pendant laquelle se fait la réparation pour un travail ordinaire semble être de quarante-huit heures. C'est au bout de ce temps que l'on voit apparaître les déchets dans les urines, c'est aussi la durée de la courbature.

Période de réparation qui suit un travail intense. — Si l'on s'exerce en vue d'une épreuve physique ou intellectuelle et si l'on veut bénéficier au jour fixé de tous les avantages d'une longue préparation, il est bon de laisser écouler ce délai de quarante-huit heures entre le dernier effort d'entraînement et l'épreuve.

Il serait bien maladroit de se fatiguer le jour même où l'on doit disposer de toute son énergie, où l'on doit concourir à une épreuve sportive par exemple. Le travail intellectuel est soumis aux mêmes lois. Si je veux me trouver bien dispos pour faire une leçon en public, je me garderai de la préparer le jour même, je n'aurais alors aucune lucidité ; deux jours auparavant, de préférence le soir, j'en reviserai le plan et en arrêterai la matière, laissant les détails et la forme au gré de l'improvisation. Le jour venu je me livrerai à l'exercice modéré, je ferai une promenade, je me distrairai, évitant de penser à

mon sujet. J'arriverai ainsi bien reposé et néanmoins bien préparé. J'ai souvent été étonné de la lucidité obtenue par ce procédé. Chacun connaît le travail latent, inconscient même, qui s'élabore dans le cerveau pendant la nuit lorsqu'on a fixé fortement son attention sur une question. Le matin, au réveil, on trouve sans peine la solution cherchée vainement la veille avec effort.

Degrés divers de la fatigue. — La fatigue se manifeste à divers degrés suivant la violence des efforts, la quantité de travail produit, le rythme du travail, le coefficient personnel de résistance, le degré d'entraînement et l'art d'économiser ses forces.

Nous pouvons en distinguer immédiatement deux formes : la fatigue locale et la fatigue générale.

Fatigue locale. — Je maintiens mon bras horizontalement sans difficulté pendant quelques secondes ; mais, si je veux persister plus longtemps dans cette attitude, je ressens une sensation pénible dans l'épaule, mes muscles perdent leur vigueur, il me faut faire un effort nouveau de volonté pour demeurer immobile et ne pas laisser mon bras retomber. Le muscle est agité par des soubresauts, des secousses brèves, il tremble ; il arrive même un moment où j'ai beau vouloir, je n'ai plus de pouvoir sur mes muscles ; ils refusent d'agir, je suis incapable de leur commander et je dois m'avouer vaincu. Cinq ou six minutes ont suffi pour amener ce résultat, il en faudra encore moins si le bras est chargé d'un poids additionnel.

Dans ce cas particulier, les contractions ont été localisées dans les muscles élévateurs du bras ; ceux-ci contractés en permanence se sont fatigués ; c'est un exemple de fatigue locale par contraction statique.

Mais ils auraient pu aussi bien se fatiguer en effectuant des mouvements. J'aurais puisé de l'eau en tirant à la corde d'un puits, en tournant la manivelle d'un treuil, j'aurais scié ou fendu du bois : tous ces mouvements longtemps répétés, surtout si je n'en ai pas l'habitude, fatiguent quelques muscles spéciaux.

Courbature. — Le lendemain et surtout le surlendemain je

ressentirai une courbature localisée dans ces muscles seuls et qui disparaîtra au bout de deux jours.

Elle apparaîtra de nouveau si je recommence le travail, mais il faudra pour cela me fatiguer davantage, et finalement par l'habitude j'en serai totalement à l'abri.

Mais si je change d'exercice, si, rompu à l'escrime, je fais du canotage, je serai courbaturé de nouveau, non plus dans les mêmes endroits, mais dans les muscles inaccoutumés au travail.

Cela est frappant et donne presque un moyen d'analyse du mécanisme des mouvements ; on peut dire qu'il y a autant de courbatures spéciales que d'exercices spéciaux.

La courbature locale entraîne peu d'inconvénients graves, deux jours de repos suffisent en général pour la dissiper. C'est surtout un avertissement dont nous devons tenir compte pour ménager nos efforts.

Causes de l'impotence fonctionnelle du muscle. — Par excès de travail nous pouvons amener le muscle à une véritable impotence fonctionnelle, soit à cause de la douleur ressentie, soit parce que la contraction n'est plus possible. La douleur provient du froissement ou du déchirement des éléments sensibles ; un coup reçu, un massage énergique produisent le même résultat.

L'impuissance à agir tient à une rupture d'équilibre entre les phénomènes d'assimilation et de désassimilation ; la dépense ayant excédé la réparation, et le tissu même du muscle étant modifié et surchargé des déchets de combustion, il n'y a plus les conditions voulues pour la production de travail.

Dans ce cas extrême il y a intoxication du muscle, et le repos devient indispensable pour ramener les choses dans leur état primitif.

La condition la plus essentielle pour rétablir la fonction du muscle fatigué, c'est de le débarrasser des déchets de combustion dont il est encombré. Ceci est plus important qu'un apport de sang nouveau, riche en oxygène.

Le tissu du muscle fatigué est acide, et le sang d'un animal surmené, injecté à un animal reposé, produit chez lui tous les désordres de la fatigue. Inversement un massage, en débar-

rassant les tissus des déchets du travail, rétablit la fonction du muscle beaucoup plus activement que le repos.

Un muscle fatigué jusqu'à l'épuisement devient capable d'une nouvelle série de contractions par un simple lavage qui entraîne les substances toxiques produites pendant le travail.

L'oxygène est probablement l'agent principal de réparation de la fatigue; il faut un milieu oxygéné au muscle pour produire du travail, et l'on épuise vite le muscle si on le fait travailler sans lui donner du sang oxygéné. La respiration a cette double fonction de rejeter l'acide carbonique du sang et de dissoudre de l'oxygène pour l'apporter au muscle. Le rein est chargé de débarrasser le sang des déchets uratiques (acide urique, urée), provenant de la désassimilation des tissus, le sang doit entraîner ces déchets dans le torrent circulatoire et produire un lavage des tissus.

Si les conditions d'aération du sang et de lavage du muscle ne sont pas convenablement remplies, il y a perte d'excitabilité du muscle, celui-ci se contracte, mais réagit moins vite à l'excitation, la secousse est plus prolongée, l'amplitude du mouvement est moindre pour une même excitation, et la période latente est plus longue.

Courbe de la fatigue chez un individu. — Chacun possède une courbe de fatigue spéciale que l'on peut obtenir au moyen de l'ergographe de Mosso.

Cette courbe est caractéristique, elle indique le travail produit par un muscle soulevant un certain poids, puis le laissant retomber pour le soulever de nouveau au bout d'un certain temps de repos, c'est-à-dire d'après un certain rythme. La courbe de la fatigue signale au début une sorte d'entraînement du muscle, le soulèvement de la charge est accentué, puis la

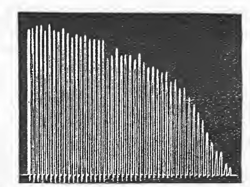


Fig. 51. — Courbe de la fatigue à l'ergographe présentant une convexité (Mosso).

fatigue se fait sentir, la courbe s'affaisse, et la diminution de travail est proportionnelle à la quantité des efforts, la ligne est alors presque droite, elle se relève pour arriver doucement à O lorsque le muscle est complètement épuisé et devient incapable de produire du mouvement (fig. 51, 52 et 53).

Fig. 52. — Courbe de la fatigue montrant une concavité (variation individuelle), d'après Mosso.

A ce moment si l'on excite le muscle électriquement, il est encore susceptible de produire du travail : c'est qu'il n'était donc pas tout à fait épuisé; une part de la fatigue revenait aux centres nerveux qui le commandent.

Mais le muscle déjà fatigué est dans des conditions déplorables pour produire du travail, un surcroît de travail léger pour un muscle déjà fatigué est une cause d'épuisement plus sérieuse qu'un travail considérable pour un muscle reposé.

Il y a ici à considérer deux éléments du travail : l'effort ou la charge supportée par le muscle, et le rythme ou le nombre de contractions dans un temps donné, la durée des contractions et la durée relative du repos qui les sépare.

Selon les expériences du Dr Maggiora, en opérant dans les mêmes conditions, on a pu produire :

2.662	kilogrammètres	avec une charge de	2 kilog.	à l'ergographe.
1.892	—	seulement	4 —	—
1.040	—	—	8 —	—
2.238	—	—	1 —	—

Il y a un poids optimum correspondant à l'effort le plus convenable pour être répété un grand nombre de fois de suite.

Remarque importante, si un muscle s'épuise à la suite de 30 contractions successives et que deux heures de repos soient nécessaires pour dissiper la fatigue, il suffira d'une demi-heure

de repos pour obtenir le même résultat si le muscle a fait seulement 15 contractions, c'est-à-dire moitié moins. Si l'on augmente la durée et le nombre des contractions, la fatigue croît plus vite que la dépense de travail, puisque le temps de repos nécessaire à obtenir la réparation intégrale au lieu d'être proportionnel au travail produit augmente beaucoup avec le surcroît de travail.

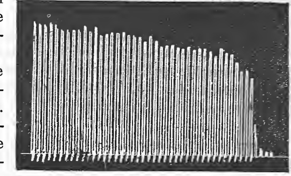


Fig. 53. — Courbe de la fatigue présentant une ligne droite (variation individuelle), d'après Mosso.

C'est en cela que nous différons des machines locomotrices. Chez elles, pour obtenir un travail double il faut une consommation double de combustible ; il n'y a rien de semblable dans la fatigue. Chez nous, dès que la fatigue apparaît, le muscle doit, pour continuer son travail, faire appel à des réserves d'énergie et recevoir des excitations nerveuses plus intenses, l'équilibre n'existe plus comme dans le régime d'une machine à laquelle on fournit le combustible nécessaire.

Rythme optimum des contractions. — Le rythme des contractions a la plus grande importance sur le régime. Ainsi avec 6 kilogrammes de charge à l'ergographe on a pu répéter les contractions d'une façon continue sans fatigue en les espaçant de 10 en 10 secondes, le travail produit était ainsi de 34.560 kilogrammètres par heure. En allant plus vite, en répétant les mouvements toutes les quatre secondes on ne pouvait faire que 1.074 kilogrammètres à l'heure, il fallait 2 heures de repos, et finalement la somme de travail était 32 fois moindre.

Charles Richet, en se servant du rythme de 200 par minute avec intermittences de 2 secondes de travail, 2 secondes de repos pour soulever 1.500 grammes au moyen des fléchisseurs de l'index, obtenait pendant 2 heures et demie un travail double de celui qu'il pouvait produire par l'action continue, et cela

au prix d'un effort de volonté moindre et d'une souffrance presque nulle.

Le cœur, grâce à un rythme convenable, peut effectuer son travail journalier sans fatigue et sans interruption. Le travail nécessité par la poussée de la colonne sanguine équivaut à 62.000 kilogrammètres environ par jour, c'est 1/5 du labeur de l'homme dans une journée de 8 heures.

Mais, si l'on augmente son travail normal, il cherche à se mettre en rapport avec le régime nouveau qu'on lui impose, il s'hypertrophie, se fatigue, se laisse distendre et devient hors d'état de travailler. Les émotions morales répétées produisent le même effet, c'est la fatigue par excès d'excitation nerveuse.

Action de la chaleur sur la fatigue. — Les muscles sont impropres à produire du travail s'ils sont refroidis. Dans une température élevée, ils se fatiguent vite, les produits de la fatigue acquièrent un pouvoir toxique plus intense avec le surchauffement, peut-être aussi les actions chimiques étant favorisées par la chaleur, la quantité de ces déchets est-elle plus abondante.

Les accidents dus au surmenage se manifestent plus vite pendant la chaleur que dans une basse température.

Les matières toxiques agissent sur les terminaisons nerveuses, tandis que le muscle reste irritable ; il perd sa contractilité quand on l'excite par voie nerveuse.

La neurine est le produit de désassimilation le plus actif sur l'état de fatigue. L'alcool augmente l'excitabilité au début, mais bientôt à cette période d'excitation succède une incapacité de travail ; le rendement total est finalement inférieur au rendement normal sans le secours d'excitants.

Le sucre ajouté au régime ordinaire augmente la production de travail, le thé, le café, le kola présentent certains avantages sans avoir les inconvénients de l'alcool.

Ces faits s'étendent à la fatigue générale, nous y reviendrons à ce propos.

Fatigue générale, degrés divers. — Une longue marche ou tout autre exercice de fond exécuté sans préparation, amène d'autres désordres que ceux de la courbature ou de la fatigue

locales. On ressent une fatigue générale de l'organisme, spécialement lorsqu'on interrompt le travail, et cette sensation de fatigue se manifeste tout à coup, sans progression.

Il y a trois degrés à considérer dans la fatigue générale : la lassitude, le surmenage et le forçage.

Lassitude. — La *lassitude* est le degré le plus léger de la atigue générale. Au milieu d'une longue étape, on s'arrête pour se reposer, en se levant on n'est plus aussi dispos que pendant la marche ; on est las, il faut faire effort de volonté pour se remettre en route, et cet effort n'est pas en rapport avec le travail que l'on demande.

Cette lassitude disparaît avec un déjeuner pris de bon appétit ; si elle est plus intense, il y a alors inappétence, insomnie, fièvre ; mais, si la nuit a été bonne, il n'y paraît plus au réveil, et l'on est plus dispos que jamais pour recommencer.

Au contraire, si nous nous levons encore las de la veille, s'il persiste un état de faiblesse qui n'est point de la courbature, mais une véritable diminution du potentiel, il nous faut, pour agir, un effort de volonté toujours croissant, et alors, malgré cet avertissement de la nature, si nous nous remettons au travail, la lassitude augmentera, persistera, et nous arriverons au *surmenage*.

Surmenage. — Dans l'état de surmenage, les troubles de la nutrition se manifestent, la balance entre les dépenses de l'organisme et la réparation des forces est rompue; s'il y a de plus insuffisance de l'alimentation, la constitution s'appauvrit, et le corps devient bientôt un terrain de culture favorable à l'éclosion des maladies.

Il y a cependant une certaine tolérance de l'organisme, et nous sommes tous plus ou moins obligés de supporter un peu de surmenage pour faire face aux obligations de la vie actuelle.

Nous nous retrempons ensuite par des périodes de repos espacées. Ce sont nos vacances, attendues avec impatience, et indispensables à notre santé. Il vaudrait mieux évidemment ne point arriver jusqu'au surmenage, et des repos plus fréquents interrompant de courtes périodes de travail seraient plus efficaces. Les animaux domestiques, les chevaux dont nous utilisons

la force musculaire, sont, dans les grandes villes, dans un état permanent de surmenage ; on voit les ravages causés par cet excès de travail si l'on compare les chevaux de fiacre, toujours fatigués, aux chevaux des voitures de maître qui font à peine la dépense de travail journalière strictement utile à leur santé.

Forçage. — Si l'on veut aller plus loin et continuer le travail même étant surmené, on arrive au troisième degré, au *forçage* où apparaissent alors les conséquences graves de la fatigue poussée à l'extrême.

Dans l'état de forçage, l'équilibre entre la dépense et la réparation est tout à fait rompu, les muscles refusent d'agir, ils se raidissent ; un animal forcé à la course tombe et meurt sur place. Aussitôt la rigidité cadavérique et la décomposition se produisent ; la chair de ces animaux n'est plus mangeable ; les bouchers se garderaient bien de fatiguer et de malmener le bétail avant de le sacrifier, uniquement parce qu'ils connaissent l'effet désastreux du surmenage sur la qualité comestible de la viande et sur sa conservation. Inutile de répéter que cette décomposition rapide des tissus est due à la présence dans les muscles des substances toxiques produites par le travail.

Réparation après la fatigue. — Ce que nous avons dit à propos de la fatigue du muscle peut se répéter pour la fatigue générale ; ainsi la durée de la courbature ou de la fatigue légère est celle de la réparation des pertes dues au travail, c'est environ quarante-huit heures.

Au bout de ce temps apparaissent dans les urines les sédiments uratiques et d'après M. le Dr Lagrange, la nature de l'urine varie suivant le moment où elle est examinée, suivant la violence plus ou moins grande de l'exercice, l'état d'accoutumance ou d'entraînement du sujet et son état de vigueur et de dépression. De sorte que ce ne serait point la valeur absolue du travail qui influerait sur la composition de l'urine, mais bien l'excès sur le travail habituel. Les sédiments n'apparaîtraient dans l'urine que lorsqu'on aurait dépassé la limite de sa capacité actuelle, ils mesureraient le degré d'entraînement. Ceci semble conforme à la réalité, mais l'urine subit l'influence des dépenses nerveuses : une émotion, une excitation ou un travail intellectuel

intense produisent un effet identique sans être accompagnés de travail musculaire.

L'élimination des déchets par les urines indique bien qu'il y a eu dépense et échanges nutritifs, c'est une excellente chose au point de vue de l'hygiène ; il faut, surtout pour la jeunesse, pousser l'exercice jusqu'à ce degré de fatigue sous peine de n'obtenir aucun résultat sérieux.

Mais est-ce la présence de ces déchets dans le sang qui cause la fatigue et amène l'impotence fonctionnelle, ou bien la fonction motrice est-elle abolie par le fait de la désassimilation excessive dont le muscle est le siège pendant le travail, la présence des déchets dans l'urine étant une conséquence de l'excès de la désassimilation des tissus sur la nutrition ? Ces points sont encore discutés et ne sont pas faciles à éclaircir.

La fatigue est-elle une intoxication. — Il y a des raisons pour attribuer la fatigue à une insuffisance des échanges nutritifs et à un épuisement. En effet, la fatigue locale cesse avec le repos; la fatigue générale légère disparaît avec une alimentation et un repos convenables avant que les matériaux toxiques soient éliminés; la ligature d'une artère apportant les matériaux de nutrition à un muscle amène la fatigue de ce muscle, cette fatigue disparaît lorsqu'on rétablit la circulation artérielle. Enfin, malgré la présence des déchets toxiques dans le sang et l'état de la fatigue excessive dans lequel les muscles refusent d'agir, un surcroît de volonté, une poussée d'énergie suffisent néanmoins pour agir encore. L'intoxication du muscle n'était donc point complète, l'épuisement des centres nerveux avait sans doute aussi sa part dans l'impotence fonctionnelle du muscle.

La fatigue ne serait donc pas seulement une intoxication mais surtout un épuisement de l'énergie cellulaire.

Les sujets amenés par l'entraînement à un certain degré de résistance à la fatigue, s'ils ne dépassent pas la limite de cette résistance, n'ont pas, d'après M. le Dr Lagrange, de sédiments uratiques dans leurs urines; il y a donc chez eux une désassimilation moins rapide des tissus, accompagnée d'une nutrition plus active et d'une élimination plus parfaite des produits d'excrétion.

Dans l'état de fatigue légère ou de lassitude, cette élimination se fait complètement et, après un court repos, les organes sont dans les conditions du début et prêts à fonctionner de nouveau.

Dans l'état de surmenage, au contraire, les matériaux de désassimilation restent à l'état permanent dans l'organisme, la fonction motrice n'est pas abolie, mais on produit toujours des déchets sans avoir un repos suffisant pour pouvoir les éliminer, il y a encombrement de l'organisme par les produits toxiques, c'est un foyer qui tire mal parce qu'il est obstrué par les cendres et les scories.

Dans l'état de forçage l'intoxication est complète ; à ce degré les muscles refusent d'agir, leur fonction est abolie, et les centres nerveux sont empoisonnés par l'excès de matériaux de désassimilation qu'il est impossible d'éliminer.

Il y a deux causes principales d'intoxication dans un exercice violent. Dans la course forcée on s'empoisonne parce qu'on produit un travail excessif et parce que l'essoufflement abolit en partie la fonction respiratoire.

L'excès de travail amène la saturation du sang par les produits de désassimilation (acide urique, urée), qui devraient s'éliminer par le rein et n'ont pas le temps suffisant pour cela; l'essoufflement amène la saturation du sang par l'acide carbonique, qui devrait s'éliminer par le poumon et ne peut le faire suffisamment vu l'insuffisance de la ventilation pulmonaire. En un mot, le sujet forcé à la course s'empoisonne et s'asphyxie. Le foie est le destructeur des ptomaïnes, le rein en est l'éliminateur; la rate pourrait bien être le réservoir d'emmagasinement du sang impur qui serait revivifié ensuite par le travail (Pagès).

Signes objectifs de la fatigue. — Y a-t-il des signes objectifs de la fatigue, des indications extérieures permettant de la constater sur un sujet et d'en mesurer le degré? Cela serait intéressant à connaître pour éviter les accidents et graduer la dose d'exercice suivant l'état de fatigue.

Si l'on interroge sur ce point un jeune homme vigoureux, il vous répondra toujours qu'il n'est point fatigué. L'amour-propre est un facteur psychique assez puissant pour masquer un instant les manifestations de la fatigue, mais c'est ainsi que se produisent les accidents de surmenage.

L'exercice modéré sera toujours le plus hygiénique, cependant il est bon d'en augmenter quelquefois la violence ; la jeunesse s'accommode mal de trop de sagesse : donnons libre cours à son

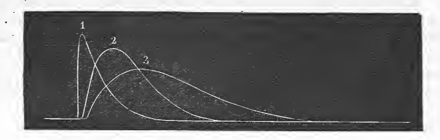


Fig. 54. — Forme de la secousse musculaire suivant le degré de fatigue du muscle, d'après MAREY.

1. Muscle frais ; — 2, muscle un peu fatigué ; — 3, muscle plus fatigué.

exubérance, mais évitons les excès et veillons à ce que la récréation ne dégénère pas en folie.

Une fatigue générale légère est une preuve de dépense, c'est un coup de fouet donné à l'organisme, c'est une preuve certaine d'échanges nutritifs et d'un effet hygiénique réel. La fatigue légère est le meilleur sédatif d'un système nerveux excitable.

Comment saurons-nous que nous n'avons pas dépassé les limites raisonnables ? Il y a là une grande difficulté d'appréciation.

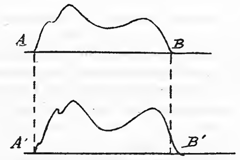


Fig. 55. — Tracé de la pression du pied dans la marche.

AB, durée de l'appui au début ; — A'B', après un long parcours et au même rythme. La durée de l'appui est allongée par la fatigue.

La fièvre, le sommeil agité, le manque d'appétit sont bien des marques de la fatigue exagérée, mais ces accidents sont longs à apparaître. Pendant l'exercice on ne peut surveiller que la respiration, le cœur, la pâleur ou la rougeur de la face, le tremblement des membres et rien d'autre ; s'il y a d'autres critériums de la fatigue, ils sont malheureusement encore du ressort des laboratoires de physiologie.

Un muscle fatigué a une secousse plus longue et moins intense (fig. 54). La période latente a plus de durée.

La courbe de la fatigue obtenue avec l'ergographe, l'analyse de l'urine, ne sont pas des indications pratiques.

Dans quelques cas cependant il y a des signes objectifs certains de la fatigue. Le marcheur fatigué ralentit la cadence de son allure, il a une démarche caractéristique, les genoux fléchis, le corps penché en avant, absolument comme un homme chargé d'un poids lourd. Nous avons pu constater[1] et mesurer même l'influence de la fatigue sur la durée du double appui des pieds sur le sol (fig. 55).

Les appréciations de ce genre seront toujours délicates parce que le coefficient personnel de résistance diffère notablement selon chaque individu et aussi, chez le même sujet, à différents moments. Le jeûne, la veille, la température, l'émotion, sont autant de causes de variations. L'état appelé neurasthénique vous rend absolument inférieur et peut cependant n'être que passager. L'influence psychique et les troubles de nutrition des centres nerveux peuvent masquer les phénomènes de fatigue musculaire proprement dite.

Fatigue nerveuse. — Les centres nerveux supportent beaucoup moins que les muscles la privation du sang ou l'altération de ce liquide nourricier. Le cerveau, privé un instant de sang artériel, a toutes ses fonctions immédiatement abolies ; baigné de sang impur, de sang chargé des produits de désassimilation du travail musculaire, il est le siège de troubles fonctionnels considérables.

M. le Dr Tissié a été témoin de nombreux cas de folie passagère dus au surmenage dans des concours athlétiques[2].

Toute fatigue musculaire est naturellement accompagnée de fatigue nerveuse, puisque le muscle reçoit son excitation de la décharge des centres nerveux ; mais il peut y avoir fatigue nerveuse sans fatigue musculaire ou, du moins, sans qu'il y ait eu travail du muscle.

Le savant, l'artiste, l'inventeur se fatiguent nerveusement,

1. Demeny, Mesure de la durée du double appui dans la marche, *Comptes rendus de l'Académie des sciences.*

2. Dr Tissié, *La Fatigue et l'entraînement physique.* Paris, F. Alcan.

mais cependant tout autant que le manouvrier. Tous ceux qui ont dû passer par l'état de surmenage nécessité par les épreuves scolaires vous diront qu'ils préfèrent de beaucoup la fatigue musculaire à la fatigue du cerveau. L'ouvrier ne se rend pas compte des souffrances du penseur, il ne mesure la peine qu'aux objets matériels déplacés et au travail matériel exécuté.

La fatigue cérébrale seule est particulièrement pénible, et l'exercice musculaire modéré la combat efficacement, justement pour cette raison qu'il donne aux échanges nutritifs un surcroît d'activité et le bénéfice d'une circulation plus active entraînant les déchets du travail cérébral. Il faut pour cela éviter les efforts qui congestionnent et faire de grandes inspirations à l'air pur.

Le cerveau travaillant seul se congestionne et s'intoxique forcément. La fatigue intellectuelle diminue, il est vrai, la force musculaire, mais il est possible de redonner au cerveau sa vigueur perdue par un surcroît de nutrition générale.

Certains auteurs avancent que toute fatigue, même la fatigue musculaire, est d'origine nerveuse ; cette affirmation ne s'accorde pas avec les notions expérimentales. Si le travail musculaire est toujours accompagné de dépense nerveuse, cette dépense est relativement faible par rapport à la dépense musculaire, et les dernières recherches permettent d'assimiler la décharge nerveuse à l'étincelle ou à l'amorce qui met le feu à la poudre dans une arme à feu. Le muscle est une machine prête à produire du travail, il contient dans son tissu, apportés par le sang, des composés instables prêts comme des explosifs à détonner et à céder l'énergie latente qu'ils renferment pour la transformer en mouvement.

La décharge nerveuse est l'occasion de cette transformation, mais elle n'est point la source du travail. Entre l'énergie dépensée dans l'excitation nerveuse et le travail du muscle, il y a même disproportion qu'entre l'explosion de l'amorce et la force vive due à l'explosion de la gargousse dans une pièce à feu. Néanmoins les centres nerveux s'épuisent pendant le travail musculaire, puisqu'ils deviennent quelquefois insuffisants pour produire la contraction du muscle, bien qu'une décharge électrique puisse encore la provoquer.

Lorsqu'on fait travailler un muscle déjà fatigué, on est forcé

d'augmenter l'excitation nerveuse pour produire sa contraction, la dépense nerveuse s'accroît dans ce cas.

De même, si l'on veut vaincre une résistance considérable en la faisant supporter par des muscles faibles, ces derniers ne peuvent se contracter avec l'énergie suffisante qu'en recevant des centres nerveux des excitations intenses; c'est encore une dépense nerveuse considérable. Le cas se présente si l'on porte un poids lourd à l'extrémité du doigt, si l'on se soulève à la force des bras. La fatigue est augmentée si l'on ne sait pas économiser ses contractions musculaires, si l'on se raidit même sans mouvement, il y a dépense nerveuse. Les émotions agissent de même : un travail exécuté froidement nécessite une dépense très modérée d'énergie, il devient énervant si l'amour-propre, l'impatience ou la colère nous aiguillonnent.

Les accidents sont dus pour la plupart à cette dépense exagérée, au manque de sang-froid ; dans les concours athlétiques la jeunesse imprévoyante va jusqu'à la limite de ses forces et souvent la dépasse.

Les races diffèrent sous ce rapport ; nous autres Français, dit Hugues le Roux, nous courons avec nos nerfs, les Anglais courent avec leurs muscles. C'est une manière piquante d'exprimer la part différente de dépense nerveuse et de dépense musculaire dans la production d'un même travail.

Identité de la fatigue musculaire et de la fatigue nerveuse. — Il y identité entre les troubles de nutrition provoqués par la fatigue dans les muscles et dans les centres nerveux. Le nerf est un conducteur qui semble échapper à ces désordres, tandis que les centres nerveux sont éminemment sensibles aux degrés différents de la fatigue.

On retrouve dans la dépense nerveuse comme dans la dépense musculaire, avec les déchets du travail nerveux : le degré de lassitude disparaissant par le repos ou le changement de travail, l'état de surmenage qui ne cède qu'au repos, et le degré de forçage qui amène des accidents mortels.

Des hommes, luttant avec l'énergie du désespoir sous l'influence de violentes émotions, meurent et sont aussitôt frappés de rigidité cadavérique. On a vu dans des batailles, là où se sont accomplis des actes d'héroïsme, des groupes de soldats

conserver dans la mort l'attitude du combat. Il y a dans ce cas forçage nerveux et forçage musculaire, mais l'épuisement nerveux peut se manifester seul dans bien des cas.

Les émotions fortes, la démoralisation, ôtent toute énergie et toute force musculaire ; sans être aucunement acteur dans un drame passionnel, il suffit d'en être témoin pour conserver longtemps après la trace de la secousse morale ressentie.

Il y a deux modes d'activité nerveuse : la sensibilité et l'action ; les actions d'arrêt ou d'inhibition demandent une forte dépense de volonté, et l'on est souvent plus fatigué de combattre une impulsion que de s'y laisser aller en esclave.

L'attention est une dépense nerveuse ; un dilettante qui ne perd pas une note d'une symphonie n'est passif qu'en apparence, en réalité il se fatigue comme l'exécutant, celui-ci effectue encore un certain travail mécanique où l'on peut trouver une cause d'activité circulatoire ; chez l'auditeur il n'y a qu'une excitation congestive, sans aucune cause de régulation du cours du sang. Mosso a montré le gonflement du cerveau lorsqu'on appelle par son nom un sujet endormi[1], l'effet est plus saisissant encore lorsque notre attention est fixée sur un sujet déterminé.

L'attention trop longtemps soutenue sur un même objet, les excitations multiples et intenses subies dans la vie des grands centres sont des causes de fatigue nerveuse et, par suite, de l'exagération dans l'excitabilité des centres nerveux.

Les veilles, le travail de nuit, fatiguent parce que nous n'avons plus la lumière, les bruits de toutes sortes, les mouvements qui agissent le jour comme excitants sur nous.

On a beau se reposer le jour, le sommeil est alors moins réparateur. Malgré l'isolement, des bruits parviennent toujours à nos oreilles, et, même non perçus, ces bruits ont une influence excitante sur le cerveau.

Les passions vives et l'abus des excito-moteurs ruinent l'organisme, mènent à la folie et à l'incapacité de travail.

Le défaut d'énergie et l'inégalité d'humeur sont les moindres désordres dus à la fatigue nerveuse, l'effort d'attention devient bientôt impossible, les maladies de la volonté détruisent le

1. Mosso, *la Fatigue intellectuelle et physique*, Paris, F. Alcan.

caractère, et ce qui constitue le moi, la personnalité de l'individu s'amoindrit et s'effondre [1].

IMPOSSIBILITÉ DE SUFFIRE EN MÊME TEMPS A UNE DÉPENSE MUSCULAIRE ET A UNE DÉPENSE NERVEUSE EXAGÉRÉES. — En résumé actes sensibles, actes volontaires, actes moteurs, tout cela est une dépense et il devient impossible de suffire à une double activité musculaire et cérébrale si on ne reste dans une sage mesure. On ne peut toujours dépenser, quelque robuste que l'on soit : il faut s'arrêter à temps pour éviter le surmenage.

Changer d'occupation est une distraction, mais ce ne peut être un mode de repos. On se délasse ainsi des fatigues locales, on repose certaines parties spéciales du cerveau ou certains muscles fatigués en reportant le travail sur d'autres parties ou d'autres muscles frais, mais, si la somme totale de travail dépasse notre budget d'énergie, il n'y aura pas moins fatigue générale, car les fatigues nerveuse et musculaire s'ajouteront.

De Humboldt se félicitait de n'avoir point suivi ses maîtres dans sa jeunesse, il estimait que jamais il n'aurait pu acquérir son développement et produire une grande somme de travail s'il s'était surmené en acceptant leur tâche.

Mosso nous cite des cas de surmenage nerveux chez des adultes illettrés auxquels on veut apprendre à lire ou à compter. Ce seul effort bien léger pour d'autres leur fait venir la sueur au front et leur donne le vertige.

Il y a là un entraînement progressif et un mode de travail indispensable si l'on veut se livrer à des études de longue haleine, comme si l'on veut parcourir une longue étape. Certains ont donné la loi des trois 8 comme la meilleure manière de produire du travail ; elle consiste dans huit heures de sommeil, huit heures de travail et huit heures de repos, c'est peut-être la loi économique du travail.

Il faut être pondéré pour produire des œuvres fortes et durables ; les élucubrations des excités, des déprimés à la suite du surmenage sont forcément éphémères, leur portée n'est jamais en rapport avec la fatigue qu'elles ont occasionnée à leurs auteurs.

1. Ribot, *Les Maladies de la Volonté*. Paris, F. Alcan.

La fatigue nerveuse se manifeste dans les centres de perception des sensations. On dit souvent que l'œil et l'oreille se fatiguent, c'est une manière impropre de s'exprimer; ce ne sont pas les organes du sens, mais bien les centres nerveux des perceptions qui se fatiguent et s'épuisent par les excitations répétées provenant des organes des sens. On s'explique ainsi pourquoi l'abus des plaisirs amène l'état de blasement, dans lequel les excitations doivent toujours être plus intenses, si l'on veut ressentir encore des impressions vives avec les centres nerveux fatigués.

Définition de la violence de l'exercice. — Il est maintenant nécessaire de nous résumer et de bien préciser ce que l'on entend par la violence de l'exercice.

Les exercices sont plus ou moins violents suivant le degré de fatigue qu'ils causent et surtout suivant les troubles qu'ils provoquent dans les grandes fonctions de la vie.

S'il est indispensable de donner à l'organisme une sorte de coup de fouet pour le sortir de sa torpeur, on ne peut néanmoins pousser ce surcroît d'activité au delà d'une limite convenable sans perdre le bénéfice de ses peines et faire tourner à son détriment ce qui devrait être un profit réel pour l'individu.

Un des points les plus délicats de l'éducation consiste à régler pour chacun la dose d'activité, à la dépenser sous sa forme la meilleure et à établir une sage progression dans la dépense. On doit avoir conscience de ses forces et savoir les ménager. Tout excès, surtout dans la jeunesse, est un acompte pris sur l'avenir au détriment de notre développement.

Les exercices sont violents s'ils demandent des contractions musculaires intenses localisées ou s'ils causent une dépense considérable de travail. La lutte, le maniement des poids lourds sont des exercices violents, ils présentent l'inconvénient des efforts statiques énergiques et prolongés, produisent des accidents dans les organes locomoteurs, des troubles graves du côté du cœur, des vaisseaux et de l'abdomen. S'il y a des chocs, on voit les accidents nerveux de la commotion cérébrale s'ajouter aux précédents.

La course, les sauts, l'ascension d'une montagne sont violents, parce qu'ils nécessitent une dépense considérable de tra-

vail musculaire dans un temps donné. Ils ne demandent pas de contractions musculaires excessives, mais la répétition de ces contractions donne un total de travail énorme comparativement aux efforts statiques. Pour cela, ils font appel à un surcroît d'activité de la part des fonctions circulatoire et respiratoire chargées d'entretenir le mouvement. Si cette activité dépasse la capacité des organes, on voit se produire les accidents de l'intoxication et de l'essoufflement.

La machine humaine comme la machine automobile a son équation de travail, elle ne fonctionne plus convenablement quand cette équation n'est pas satisfaite, quand la dépense excède la réparation ou l'apport de matériaux de travail. Le temps est un élément prépondérant dans l'accomplissement de ce dernier. Le travail total est une somme de petits travaux élémentaires exécutés avec un certain rythme. Il s'agit dans la pratique, d'utiliser des forces sans fatigue, et pour cela de bien régler la valeur du travail élémentaire avec le rythme, c'est-à-dire de régler le nombre des efforts par minute avec l'intensité de ces efforts.

Le mécanicien distingue l'effort statique du travail dynamique; le physiologiste distingue également les effets produits dans notre organisme par les efforts statiques ou par la grande dépense de travail; il sait que les désordres produits par l'effort sont constants, tandis que les désordres de l'essoufflement sont passagers et s'amendent par l'entraînement. Il sait aussi que l'effet de l'exercice ne dépend pas de la quantité absolue de travail dépensé. mais surtout de la tolérance du sujet.

Règles d'éducation pour éviter la fatigue. — L'éducation intervient efficacement pour atténuer les troubles dus à la violence des exercices; éviter l'effort, le cesser sans brusquerie, rythmer sa respiration, apprendre à expirer profondément et s'entraîner avec la plus douce progression sont des moyens certains d'y parvenir.

Ce sont là des règles à suivre si l'on veut reculer la fatigue; on ne doit exécuter un travail pénible qu'après s'y être longuement préparé.

C'est folie et ignorance d'exiger des fonctions un surcroît d'activité et d'exciter les organes sans leur fournir les éléments

de travail. La volonté vous fait produire de grands efforts, il est vrai, mais, comme les transports de la passion, ils ne sont pas de longue durée. L'excitation violente n'est pas une condition normale de travail, le travail ne doit pas détériorer l'organisme s'il est mesuré à nos forces, et nous devons chercher par l'éducation à augmenter justement le rendement sans détruire pour cela notre équilibre.

Tout travail doit être préparé et gradué méthodiquement ; la progression doit porter sur l'intensité des efforts musculaires et sur la dépense de travail pour éviter la fatigue locale et la fatigue générale. Le rythme convenable, les périodes d'activité alternant avec les périodes convenables de repos sont le moyen de reculer celle-ci. La variété des exercices combat la fatigue locale, en faisant porter le travail sur des groupes de muscles différents.

Si l'on veut posséder tous ses moyens un jour donné, il faut se garder de se fatiguer la veille et le jour même, il faut s'essayer deux jours avant l'épreuve et donner toute sa mesure, mais se reposer ensuite. Cela est vrai pour un effort intellectuel comme pour un effort musculaire. Nous avons vu que le repos devait avoir la valeur de la période de la courbature, c'est-à-dire la durée nécessaire à l'élimination des déchets du travail.

Pendant cet intervalle il faut se garder de faire un effort ou du travail nouveau ; dans ces conditions on se trouvera dispos, et l'on produira du travail avec une facilité étonnante.

Il faut aussi savoir écononiser ses forces en coordonnant ses mouvements, en évitant les contractions musculaires inutiles. L'ordre c'est l'économie, l'incoordination c'est le gaspillage avec ses conséquences ; rendement médiocre et fatigue considérable. Jointe au rythme, la coordination des mouvements est la plus grande source d'économie.

Il est prudent de ne pas prendre de repos supplémentaires et trop rapprochés. Quelques minutes de repos, lorsque le corps est entraîné au travail, font apparaître une lassitude pénible et difficile à vaincre.

Le massage fait dissiper la fatigue locale en entraînant les résidus séjournant dans les muscles.

L'alimentation doit être surveillée très attentivement et appropriée à la dépense de travail.

Un travail journalier sans surmenage se fait aux dépens des matériaux hydrocarbonés du sang ; ainsi, le campagnard, lent dans ses mouvements, régulier dans son travail, vivant à l'air pur, peut se contenter d'une alimentation végétale et hydrocarbonée.

Un travail excessif brûle les tissus des organes comme dans une machine surchauffée et fait apparaître les dépôts uratiques dans les urines; aussi l'habitant des villes surmené et excité a besoin d'aliments plus riches en azote et d'une nourriture animalisée.

Les bœufs et chevaux de trait, nourris de graines et de fourrages, produisent, il est vrai, une grande somme de travail, mais ils le font avec un rythme lent, ils répartissent le travail sur un long espace de temps. Les animaux carnassiers, au contraire, sont capables d'efforts violents, mais brefs, puis, l'effort donné, ils vont se reposer et dormir dans leurs retraites, ils sont fatigués sans pour cela avoir produit une très grande somme de travail.

Il faut ajouter l'influence de l'état psychique, de la gaîté et du contentement qui, en favorisant la réparation, permet de produire du travail sans fatigue ou du moins sans s'en apercevoir.

§ 5. — *De l'entraînement.*

Les notions précédemment acquises suffisent pour nous empêcher de confondre la résistance à la fatigue avec la force musculaire. Celle-ci dépend de la grosseur de nos muscles et de la force de notre volonté; la résistance à la fatigue est liée à l'équilibre de nos fonctions d'assimilation et de désassimilation, elle constitue le fond même de notre vitalité, mais elle peut s'acquérir ; par l'éducation on apprend à utiliser et à réparer ses forces au mieux. Chacun diffère à cet égard. Tel très vigoureux ne sait se ménager, il se prodigue en pure perte, il gaspille son énergie et devient inférieur comme producteur de travail à un autre moins robuste, mais mieux éduqué, ayant appris, par la pratique, à se connaître et à économiser son activité.

Sans ordre et sans éducation, la force n'est rien. Le jardinier amateur remue fiévreusement la terre sans rythme et sans précision, mais bientôt, les bras rompus, le front en sueur, il doit

cesser le travail ; le vrai praticien avec ses mouvements lents, mesurés, continue le travail toute la journée et abat sans fatigue trois fois plus d'ouvrage.

Ce régime durable s'obtient dans tout travail professionnel ou dans tout exercice sportif, grâce à deux conditions : l'éducation des mouvements et l'entraînement. L'éducation des mouvements sera traitée à propos de leur mécanisme, l'entraînement est la préparation méthodique à un travail, c'est la condition de rendement maximum obtenue en faisant agir dans ce but toutes les puissances qui exaltent la vitalité de l'individu. Ces conditions ne sont autres que l'observation stricte d'une hygiène rigoureuse.

L'effet de l'entraînement est triple : il limite la production de ptomaïnes, il favorise leur emmagasinement provisoire, il active leur destruction ou leur élimination (PAGÈS).

De tous temps on a connu les effets de l'entraînement, et l'on sait depuis longtemps qu'il faut s'astreindre à un régime sévère où l'exercice domine si l'on veut développer les qualités de fond.

On trouve déjà dans Confucius, trois mille ans avant Jésus-Christ, des règles d'hygiène conformes à l'entraînement. Puis dans l'Inde, dans la Grèce et à Rome, il y a des pratiques analogues soit pour la guérison des maladies, soit dans l'éducation de la jeunesse, soit chez les athlètes se préparant aux jeux du cirque.

Ces habitudes se retrouvent en Angleterre à une époque beaucoup plus moderne. Les boxeurs, coureurs et jockeys ont des formes d'entraînement convenant à leur profession, mais on ne peut y trouver aucun principe de méthode rigoureuse. C'est de l'empirisme complet. Jacques Brougton en 1743 et Mendoza en 1780 ont formulé les règles encore observées aujourd'hui par les professionnels. Les résultats remarquables obtenus par ces derniers suggérèrent à Royer-Collard et à Bouchardat[1] l'idée de baser une thérapeutique uniquement sur le régime et l'exercice ; ils obtinrent ainsi de grands succès dans le traitement du diabète, de la goutte et de l'obésité.

1. Royer-Collard, Mémoire à l'*Académie de médecine de Paris*, 6 décembre 1842 ; Bouchardat, Supplément à l'*Annuaire de thérapeutique* pour 1861.

Nous arrivons en France depuis quelques années à un développement ou à une renaissance des jeux athlétiques ; les pratiques d'entraînement se popularisent dans un public malheureusement trop spécial.

L'entraînement est une puissance considérable s'il est raisonnablement suivi et non si l'on pousse l'exercice jusqu'à la limite des forces humaines. La vanité des records va à l'encontre du perfectionnement, pervertit la notion vraie d'entraînement et nuit à sa popularisation en faisant dégénérer en excès dangereux ce qui devrait être une source de bienfaits entre les mains d'éducateurs dignes de ce nom.

Les règles d'entraînement sont basées sur les mêmes principes. Ce sont l'application des règles de l'hygiène la plus rigoureuse. Voici le résumé du régime des boxeurs anglais :

RÈGLES D'ENTRAINEMENT

Purgatifs. — On débute par quelques purgatifs afin de débarrasser le corps des solides, liquides, ou de la graisse qui l'encombrent et aussi pour favoriser la nutrition. Le tube digestif, bien nettoyé et bien libre, est prêt à recevoir une alimentation mixte, végétale et animale.

Régime. — Coucher à 9 heures, lever à 6 heures du matin. On fera deux repas principaux : un à 9 heures, l'autre à 2 heures, un troisième léger avant le coucher, sans compter le déjeuner du matin.

Alimentation. — Le menu des repas se compose d'aliments privés de graisse et de sauces épicées ; peu de féculents, très peu de liquides surtout en mangeant, l'excès de boisson développant le tissu adipeux.

Exercice. — L'exercice est un des facteurs les plus actifs et les plus puissants de l'entraînement. S'il est pratiqué progressivement, avec modération, sans aller jusqu'à la fatigue, l'appétit est vif, les digestions sont faciles, l'absorption des aliments est complète. La respiration est profondément modifiée ;

la capacité respiratoire augmente d'une part, le poids du corps diminue d'autre part par suite de la fonte des tissus de réserve ; il s'ensuit un accroissement du rapport du poids du corps à la capacité respiratoire.

Indice d'entrainement, rapport du poids à la capacité respiratoire. — Nous avons pris de nombreuses mesures sur des jeunes gens entraînés et nous avons constaté comme il suit un accroissement considérable de ce rapport [1].

Moyenne des sujets entraînés :

Age 22 ans. Poids 65k,6. Capacité respiratoire $4^{l},2$ $\frac{\text{Cap.}}{\text{Poids}}$ — 0,0615.

Moyenne des sujets non exercés :

Age 22 ans. Poids 63k,5. Capacité respiratoire 3^{l} $\frac{\text{Cap.}}{\text{Poids}}$ — 0,047.

Ce rapport de la capacité respiratoire au poids du corps donne ainsi une indication précieuse sur le degré d'entraînement, c'est une sorte de critérium de la force de résistance de l'individu.

Si l'on ajoute à cette observation l'examen des urines, on a un moyen simple de se rendre compte de son état de condition.

En résumé, disparition des réserves adipeuses, augmentation de la vitalité générale de tous les organes, somme d'énergie augmentant sans cesse jusqu'à un maximum pour chaque individu : ce sont les effets évidents de l'exercice.

Usage de l'eau froide. — L'usage de l'eau froide en douches ou ablutions est un adjuvant indispensable de l'exercice dans l'entraînement, si l'on veut obtenir le maximum d'énergie. L'eau froide agit, nous l'avons vu, par la percussion et la température. Elle doit être administrée quand on a chaud, dans un air chaud et suivie de frictions énergiques à sec, pour provoquer la réaction et amener le sang à la peau.

L'usage de l'eau froide n'empêche pas les soins particuliers de la peau.

L'exercice doit être poussé jusqu'à la transpiration et, pour entretenir la propreté de la peau, il faut se laver à l'eau chaude

1. Demeny, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, séance du 13 avril 1889.

avec du savon et débarrasser l'épiderme de la sécrétion des glandes sébacées et des cellules mortes qui en obstruent les pores.

Vêtement. — Les gilets de flanelle ou les tricots seront changés fréquemment ; jamais on ne doit les laisser séjourner dans des armoires obscures, non aérées, quand ils sont trempés de sueur.

Effets de l'entrainement sur l'activité de la nutrition. — La peau d'un homme entraîné est souple, blanche, légèrement rosée ; elle présente, en tous ses points, une coloration égale ; la main vue à travers la flamme d'une bougie est rouge et transparente. La circulation est si active que les contusions ne produisent pas d'ecchymose et, dans les combats entre les professionnels de la boxe, on voit un coup de poing formidable, suffisant pour assommer un homme non entraîné, être supporté sans sourciller et sans laisser de traces bien fâcheuses.

Lieu d'entrainement. — Pour s'entraîner il faut chercher un endroit favorable, un climat sec, à température constante, où l'air soit parfaitement pur, loin des villes et des centres industriels, foyers d'infection. Une campagne ensoleillée avec côteaux boisés entrecoupés de pelouses, est un séjour convenable. Il faut choisir un plateau de préférence à une plaine, surtout à une vallée toujours humide.

Influence morale. — Les entraîneurs se préoccupent fort de l'état moral de leurs élèves et prennent grand soin de leur éviter tout souci et toute préoccupation. Les relations du physique et du moral sont intimes. Ce qui affecte le moral retentit sur la nutrition et affecte aussi la santé. Aussi berce-t-on les sujets qui se préparent à un combat, de l'espoir d'une réussite certaine.

On fait miroiter à leurs yeux tous les avantages de la victoire, en ayant soin de taire toute possibilité de défaite et surtout de leur montrer les tristes revers de la profession.

Abstinence vénérienne. — L'abstinence vénérienne est recommandée dans l'entraînement.

Permettre les rapprochements sexuels, c'est ouvrir la porte aux excès et à une cause intense de déperdition d'énergie. La chasteté des athlètes anciens était proverbiale, il est bon de les imiter à cet égard.

Il faut aussi s'abstenir des excitants du système nerveux.

L'alcool et boissons similaires n'alimentent point ; ils empruntent sur les forces du lendemain, ils donnent une illusion de vigueur toujours suivie d'un état d'affaissement. Le thé, le café, le maté sont des excitants moins dangereux, mais il y a des natures nerveuses qui ne peuvent les supporter ; le mieux est de s'en passer et de chercher dans l'air pur, dans les aliments, dans l'exercice et le sommeil la source certaine de la vigueur. Le vin n'est point nécessaire ; il faut, si l'on en use, le prendre coupé d'eau et en petite quantité. Les bières anglaises, l'ale ou le stout, sont, coupées d'eau, d'excellentes boissons d'entraînement ; mais, en général, il faut boire le moins possible et, pour se désaltérer, absorber des sirops et des jus de fruits.

Evitez le kola et la coca ; leur action est de retarder la désassimilation et de permettre de continuer à produire un travail intense quand on a dépassé la limite de ses forces.

Ces moyens sont employés par les recordmen qui concourent pour des prix d'argent, mais il ne s'agit plus alors d'hygiène. Ces procédés chimiques sont excusables dans des cas spéciaux, désespérés, dans une guerre par exemple, où l'on peut ainsi diminuer le nombre des traînards ; mais, en pleine santé, il n'est pas sérieux d'user de ces poisons.

Résultats de l'entraînement. — Les résultats obtenus par l'entraînement sont véritablement surprenants. L'entraînement vous transforme totalement : on perd l'inégalité d'action, cause principale des défaillances et l'on est toujours disposé à produire du travail.

Les efforts prodigieux accomplis par des hommes en condition ne sont pas rares, mais malheureusement des accidents nombreux, quelquefois mortels, témoignent des dangers d'un entraînement abusif et mal dirigé.

L'entraînement crée pour l'organisme en état spécial qui ne peut s'éterniser. Il doit forcément cesser après une période de quelques mois, sous risque de surmenage et d'épuisement.

La force absolue n'est pas positivement accrue, on acquiert surtout la continuité et l'uniformité dans l'effort moyen ; une légère diminution de la force absolue a même été constatée, mais elle est bien rachetée par l'acquisition d'une aptitude continuelle au travail.

Il y a du reste deux manières de s'entraîner, correspondant aux deux modes d'effort : l'effort statique et le travail.

Il y a l'entraînement de force des lutteurs, des poids lourds et l'entraînement de fond des coureurs.

Le médecin appréciera s'il y a des maladies du cœur ou du poumon, une anémie profonde, une hernie, qui sont des contre-indications de l'entraînement, et l'on se reportera à ce qui a été dit plus haut au sujet de la violence des mouvements pour régler la dose d'exercice et graduer le travail.

Résumé des conditions hygiéniques de l'exercice. — En résumé, les conditions hygiéniques de l'exercice consistent surtout dans un surcroît d'activité des grandes fonctions de la vie, obtenu par une dépense convenable de travail mécanique, travail réparti sur la masse générale du système musculaire. *Ce ne sont pas les gros muscles qui font la santé.* Il faut assurer la réparation des forces par une alimentation assimilable, l'air pur, la sobriété, un régime de vie régulier, sans excès. Il faut s'exercer sans cesse et proportionner les périodes d'activité et de repos, un sommeil réparateur de sept heures au plus et des occupations variées intéressantes, éveillant la joie et l'émulation de préférence à des excitants qui épuisent le système nerveux, sont nécessaires pour cela.

CHAPITRE II

CONDITIONS ESTHÉTIQUES DE L'EXERCICE

§ 1er. — *Influence des mouvements sur la forme du corps.*

Nous ne nous sommes occupés jusqu'ici que de l'effet hygiénique de l'exercice, c'est-à-dire de son action bienfaisante sur les grandes fonctions de la vie. Nous avons laissé de côté l'influence particulière de chaque forme de mouvement ; mais il y a d'autres effets des mouvements sur le corps humain.

La dose de l'exercice mesure l'effet hygiénique, la nature du mouvement influe sur la forme même des organes et sur les proportions du corps.

Chaque mouvement a son mécanisme spécial, chaque exercice met en jeu des muscles et des articulations déterminées, et les organes s'adaptent au genre de mouvement et aux efforts qu'on leur demande.

Cette adaptation se fait suivant des lois précises ; la forme du corps résulte des proportions des pièces du squelette, des saillies musculaires, de l'action des muscles sur les positions relatives des os, de la présence de la graisse dont l'abondance atténue le modelé en empâtant les organes.

Les effets hygiéniques de l'exercice sont passagers, il faut constamment les susciter pour entretenir la santé; les modifications de forme sont, au contraire, acquises et durables, quelquefois définitives, elles constituent la beauté ou la laideur du corps.

Notion de beauté. — La notion de beauté ne doit pas être limitée à la forme du visage ; elle embrasse la forme du corps entier. Les artistes se pénétrant des chefs-d'œuvre antiques ont

cherché dans la proportion des membres et du tronc à établir un type de beauté, mais ils se sont bornés à des mesures extérieures et à des rapports numériques surtout utiles pour le sculpteur praticien. On peut aller plus loin et préciser.

La beauté ne peut exister que chez l'homme vigoureux en pleine possession de ses moyens physiques ; elle est la conséquence de la perfection de ses organes et inséparable de l'agilité et de la force acquise par l'exercice.

La notion de beauté perdue avec l'abandon de la culture physique renaîtra avec elle. L'exaltation mystique des périodes du moyen âge fit mépriser la culture corporelle, le corps s'étiola et dégénéra ; l'art gothique laisse à ce point de vue des documents intéressants qui donnent une impression pénible.

L'humanité se ressaisit et se réveille en admirant les chefs-d'œuvre antiques, et le type de beauté réapparaît dans l'art avec plus d'éclat à l'époque de la Renaissance.

Au lieu du masque placide et sans expression des dieux et des athlètes, les œuvres de cette période sont plus complètes, sinon plus parfaites : la physionomie s'éveille, les émotions de l'âme s'unissent à la beauté de la forme pour leur donner plus de vie, d'harmonie et d'expression.

L'idéal de beauté varie donc suivant les temps et les lieux : un individu n'est pas beau d'une façon absolue, mais relativement à son espèce, il doit réunir pour cela les caractères communs à sa race. S'il s'en écarte ou s'il présente des variétés trop particulières, il est taxé de laideur. Mais la beauté peut être définie plus scientifiquement, il faut se débarrasser des conventions à cet égard et associer la beauté à l'idée de perfectionnement physique, et d'adaptation au milieu, pour être sur un terrain plus positif.

On croyait beau, il n'y a pas soixante ans, d'avoir l'aspect maladif; les épaules tombantes et une atrophie générale semblaient être les attributs de la distinction. Aujourd'hui encore, pour beaucoup de personnes, la beauté réside dans l'habillement et la mode se soucie peu des organes qu'elle déforme en subissant la fâcheuse influence du costume. Les fines tailles, les petits souliers pointus altèrent les formes normales. Les tailleurs remplacent les épaules charnues par des coussins d'ouate et façonnent les gens gras dans un moule de fantaisie.

Sous l'habit moderne il faut être corpulent pour avoir de l'apparence, un sujet bien pris et bien musclé passe inaperçu ; il faut aller dans les établissements de bains voir la réalité, constater les misères cachées sous l'élégance des habits.

Conditions de la beauté. — En résumé, tout homme normal jouissant des avantages de la santé et de la force moyenne possède une charpente osseuse solide, symétrique, sans déviation ; il a aussi des muscles développés et apparents sous la peau, l'épaule charnue et bien placée, la poitrine large et bien ouverte, le ventre peu volumineux et à parois musclées : ce sont les attributs de la beauté.

Influence de l'exercice sur la beauté. — Ces qualités n'existent point en dehors de l'exercice, et même de l'exercice bien dirigé. Les exercices spéciaux ne donnent pas ces résultats, ils doivent être associés à d'autres qui les complètent.

Ainsi un exercice peut avoir un effet hygiénique certain, sans avoir un effet esthétique ou économique.

La course, le vélocipède, les jeux de plein air exigent une grande dépense de travail et produisent, pour cela, un effet hygiénique, mais ils peuvent causer des déformations si l'on garde de mauvaises attitudes. Inversement, les exercices dits de chambre ou de plancher, usités surtout dans la gymnastique suédoise, ne donnent qu'un résultat bien restreint au point de vue hygiénique, surtout dans des locaux fermés, mais ils peuvent avoir un effet très marqué sur le redressement et la belle attitude du corps.

En dehors de ces conditions, il n'y a point de beauté corporelle.

C'est par une sorte d'aberration que l'on donne le nom de beaux à des types anormaux ; un médecin dira devant un cas pathologique bien caractérisé que c'est un beau type de scoliose, par exemple, mais cette manière de parler ne peut aucunement nous induire en erreur.

Ce que nous disons de la beauté, en général, s'applique surtout à la femme.

Aimons la beauté vraie chez la femme et elle n'hésitera pas à la rechercher aussitôt pour nous plaire, elle ne demandera

pas mieux que de nous charmer sans s'imposer les souffrances de la mode.

Il faut considérer dans la jeune fille la future mère et exiger d'elle une préparation à sa fonction sociale. Est-ce par les minuties de boudoir qu'elle peut le faire, est-ce en rétrécissant sa poitrine et en réduisant ses mouvements respiratoires, est-ce en comprimant les organes de la nutrition et de la maternité

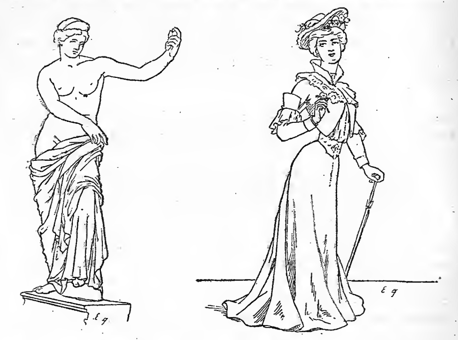


Fig. 56. — La Vénus de Naples, type de beauté antique[1].

Fig. 57. — Dessin de mode, type de beauté moderne.

qu'elle peut avoir dans la suite la force de supporter des fatigues auxquelles elle n'a pas été préparée?

L'exercice doit être présenté à la femme sous un jour nouveau.

En lui montrant son importance au point de vue de la beauté, on éveillera en elle l'envie saine de s'y livrer.

La femme tient surtout à plaire, il faut lui fixer les idées sur la vraie beauté pour lui enlever toute hésitation. Ne se torture-

1. La plupart des figures originales ont été exécutées par notre ami E. Quignolot, auquel nous sommes heureux d'adresser ici nos remerciements.

t-elle pas pour obtenir la beauté de convention qu'on lui enseigne, pourquoi n'aimerait-elle pas à devenir réellement belle sans souffrir[1] ?

On fait de son corps ce que l'on veut, mais on n'a pas le droit d'être laid. Ce n'est pas de l'habit qu'il faut rougir, c'est de sa forme corporelle. Il faut des années pour se constituer un corps bien musclé, il faut une journée pour se procurer un costume à la mode; la laideur du corps indique une négligence et une paresse inexcusables.

Les soins du corps constituent une partie de la moralité, une bonne part du caractère féminin tient à l'éloignement de l'exercice physique.

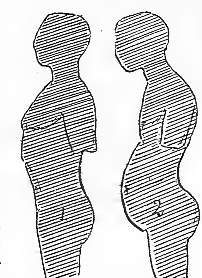


Fig. 58. — 1, Type thoracique ; 2, Type abdominal.

Types de beauté. — Le type de beauté est différent dans les races humaines, mais si l'on ne se borne pas aux caractères de peu d'importance, aux traits du visage, on rencontre une grande similitude dans les attributs propres au bipède parfait. Les conditions de santé et de vigueur, de résistance et d'adresse sont identiques, elles dépendent uniquement des lois naturelles. Partout où l'homme s'exerce, partout il s'améliore ; partout où il se laisse envahir par la mollesse, partout aussi il dégénère et s'atrophie.

Laideur du corps due a l'abandon de la culture corporelle. — Les jeunes gens entraînés aux exercices du corps sont comparables en beauté aux statues antiques et, si nous voyons trop souvent des types de laideur parmi nous, cela tient à l'abandon de la culture corporelle.

Cela est malheureusement trop fréquent : dans les villes,

1. Mme de Pischof, *Comptes rendus du Congrès international d'Education physique de* 1900.

l'attitude générale est devenue déplorable, les épaules sont tom-



Fig. 59. — Epaules tombantes. (Cou de cygne).

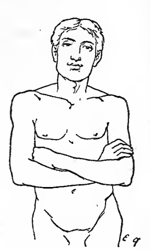
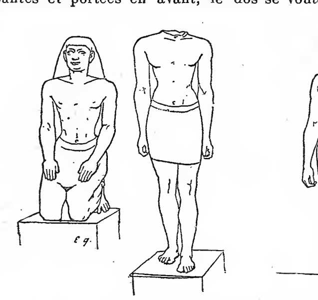


Fig. 60. — Epaules en porte-manteau.

bantes et portées en avant, le dos se voûte, la poitrine se



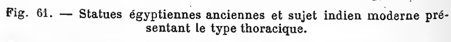


Fig. 61. — Statues égyptiennes anciennes et sujet indien moderne présentant le type thoracique.

creuse et s'aplatit, le ventre est proéminent. Je me suis souvent

plu à observer les passants dans les rues de Paris, je n'exagère point en disant que sur vingt personnes il y en a à peine une présentant une attitude convenable, se tenant droite et n'étant pas voûtée.

Les sujets bien plantés sont devenus rares et ils attirent l'attention ; les attitudes dénotant la vigueur et le courage disparaissent ; la femme surtout se laisse aller et présente une infériorité manifeste à ce point de vue.

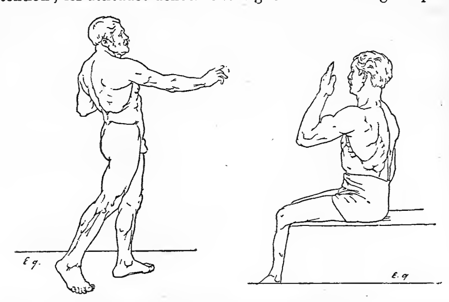


Fig. 62. — Conformation des gymnastes grimpeurs actuels avec voussure du dos et développement excessif des muscles grands dorsaux et pectoraux.

Au lieu du type thoracique où la poitrine est bombée, la colonne vertébrale droite et l'abdomen effacé, une grande partie des hommes des villes présente le type abdominal : poitrine aplatie, dos voûté et abdomen saillant, type de laideur et de faiblesse (fig. 58).

Cela n'est pas étonnant, jamais nous ne faisons effort pour nous redresser. A peine au monde, on nous enveloppe dans des maillots serrés où l'on restreint nos mouvements qui seuls peuvent nous fortifier. Plus tard, c'est au moyen de corsets et de vêtements serrés que nous nous soutenons, nous prenons appui sur un squelette extérieur artificiel, sans chercher à nous

soutenir par nous-mêmes. Les leçons de maintien des anciens maîtres à danser avaient du bon, elles portaient notre attention sur la tenue, si nécessaire au point de vue de la beauté et de l'hygiène. Les disproportions dans la structure du corps résultent du peu d'harmonie existant entre les différents groupes musculaires; ainsi se forment les épaules tombantes ou les épaules en porte-manteau, la voussure du dos et même quelquefois les courbures anormales du rachis (fig. 59 et 60).

Conformation des anciens. — Les statues égyptiennes ont un type thoracique bien caractérisé, les épaules larges et hautes, l'abdomen très peu développé et la taille fine (fig. 61).

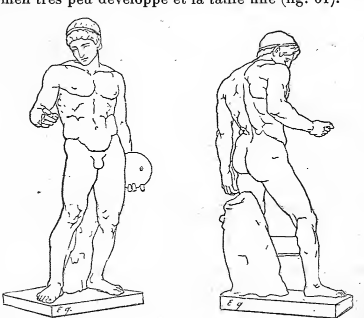


Fig. 63. — Le Discobole, statue grecque antique montrant le bourrelet iliaque formé par les muscles obliques de l'abdomen.

Les statues grecques présentent des différences avec nos gymnastes actuels. La masse des grands dorsaux est moins considérable parce que les exercices de grimper ou de locomotion avec les mains n'étaient pas autant pratiqués qu'aujourd'hui (fig. 62). Par contre, les crêtes iliaques étaient très remplies : on voit dans ces statues un bourrelet formé par la masse des obli ues de l'abdomen (fig. 63).

Cette conformation ne se rencontre guère actuellement ; on doit l'attribuer aux exercices de lutte et de lancer des poids lourds.

§ 2. — *Modifications du squelette.*

L'ÉTUDE DU SQUELETTE EST PLEINE D'ENSEIGNEMENTS. — Rien n'est indifférent pour le physiologiste dans les pièces du squelette humain, tout lui montre sa malléabilité et lui rappelle les mouvements exécutés pendant la vie.

L'activité nerveuse domine notre être, elle provoque les contractions musculaires qui, répétées suivant les instincts et les habitudes, modifient la forme des os et le rapport des os entre eux.

L'anatomie comparée puise dans l'étude du squelette une source précieuse d'enseignements et permet ainsi de remonter jusqu'à la physiologie même des êtres disparus, tant la connexion existant entre le squelette et les organes est étroite.

Fig. 64. — Développement d'un os long (Fémur).

La direction et l'intensité des efforts musculaires se lisent sur les apophyses d'insertion des tendons ; la forme des surfaces articulaires indique exactement les mouvements des os l'un sur l'autre ; la forme des membres, la longueur comparée de leurs segments est en rapport direct avec le mode de locomotion et par suite le milieu auquel un être vivant appartient.

La forme du bassin est disposée chez l'homme pour soutenir le poids des viscères abdominaux, l'épaule est mobile, la clavicule permet l'indépendance du membre supérieur, devenu un

organe de préhension au service de la volonté, au lieu d'être seulement, comme chez les quadrupèdes, une colonne de soutien analogue au membre postérieur.

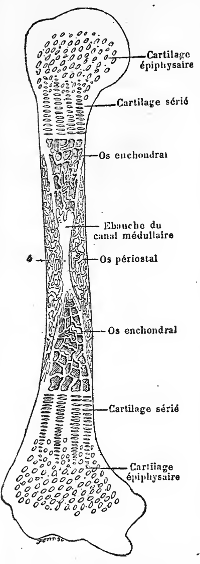


Fig. 65. — Développement d'un os long (humérus vu en coupe).

Les courbures de la colonne vertébrale varient suivant l'attitude depuis le quadrupède jusqu'au bipède parfait.

Les dents et les mâchoires sont en rapport avec la nourriture habituelle, enfin le crâne donne une mesure exacte du cerveau, il porte l'empreinte des circonvolutions cérébrales, c'est-à-dire du degré de perfection des centres nerveux, perfection indiscutablement en rapport avec le développement de l'instinct et de l'intelligence.

Malléabilité du squelette. — Le squelette n'échappe pas à la loi générale de la vie ; c'est-à-dire à l'harmonie entre les organes et leur fonction ; il se modifie avec les mouvements et tend à s'y adapter. Sa fixité apparente n'a rien de réel, les os sont peut-être ce qu'il y a de plus malléable dans l'organisme.

Accroissement des os. — D'abord cartilagineux, transparents et flexibles comme l'arête de poisson, les os sont envahis peu à peu par de petits dépôts de matière calcaire, appelés noyaux d'ossification. Ces noyaux s'étendent, marchent à la rencontre l'un de l'autre, divisent l'os en plusieurs parties, les épiphyses, séparées par du cartilage d'ossification. Ce cartilage disparaît,

les épiphyses se soudent au corps de l'os ; la croissance de l'os en longueur est terminée et la taille de l'individu est fixée (fig. 64 et 65).

Ce dernier résultat a été établi expérimentalement par le procédé suivant : trois petites épingles d'argent ont été enfoncées dans les épiphyses et dans le corps d'un os long chez un animal vivant; la distance entre les épingles fixées dans le corps de l'os restait invariable, tandis que l'écart entre les épingles, fixées l'une dans l'épiphyse et l'autre dans le corps, augmentait avec la croissance ; c'était donc bien dans la couche cartilagineuse que se faisait le dépôt de matière osseuse.

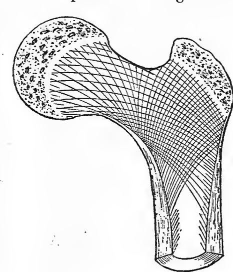


Fig. 66. — Architecture de l'extrémité supérieure du fémur.

Les os continuent à s'accroître en épaisseur par couches concentriques superficielles, comme le tissu des arbres, jusqu'à quarante ans environ. Dans la vieillesse, le canal médullaire augmente aux dépens des parois, le tissu compact devient aussi plus spongieux, la proportion de matière minérale et de matière organique est plus grande, de là vient la fragilité des os et la fréquence des cas de fracture chez les gens âgés (fig. 67).

Chez l'enfant nouveau-né, les parties du squelette les plus développées sont le crâne, les clavicules, les côtes, les membres supérieurs.

Le crâne continue à croître, la mâchoire inférieure se soude en une pièce la première année ; les côtes conservent longtemps une tête cartilagineuse, les vertèbres demeurent incomplètes à l'exception de l'atlas, de l'axis et du sacrum. A l'âge de la puberté le corps des os longs n'est plus séparé des extrémités que par un disque cartilagineux fort mince.

Celui-ci disparaît à son tour, et l'os ne présente plus qu'un

morceau solide d'une seule pièce, s'accroissant ensuite en épaisseur par les apports nutritifs du périoste.

Les os complets sont alors : ceux de la tête, l'atlas, l'os hyoïde, le carpe et le tarse, les phalangettes des doigts et des orteils, les rotules et os sésamoïdes, le coccyx. Sont incomplètement ossifiés : les six vertèbres cervicales, dont les apophyses ne

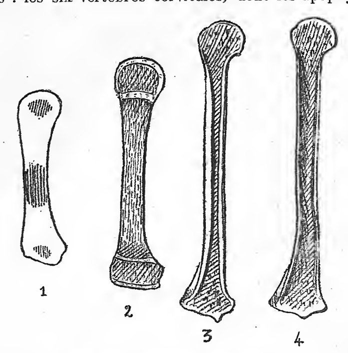


Fig. 67. — Différents états d'un os.

1. Os cartilagineux en train de s'ossifier ; — 2. Os divisé en 3 parties avant la soudure des épiphyses ; — 3. Os d'adultes complètement ossifié ; — 4. Os de vieillard montrant l'importance du canal médullaire et la fragilité de ses parois.

sont pas soudées avec le corps de l'os, les extrémités sternales des clavicules, les têtes des côtes, le sternum, l'omoplate, la tête de l'humérus, l'extrémité inférieure du radius et du cubitus, les métacarpiens et les métatarsiens, les phalanges et phalangines, la crête de l'os coxal, l'épine et la tubérosité sciatique, le sacrum, les vertèbres dorsales et lombaires moins avancées que les cervicales ; le fémur, dont les deux trochanters, les condyles et la tête sont encore séparés du corps de l'os, le tibia et le péroné.

A cet âge les saillies osseuses ont peu d'importance, elles

augmentent bientôt de volume, et de vingt à vingt-cinq ans

Os acromial (D)
Apophyse coracoïde (E)
1
2
3
Epine
Cavité glénoïde
Point d'ossification marginal (A)
Tubérosité sous-glén. ou tricipitale
Plaque d'ossification cent ou du corps de l'os (C)
Point d'ossification angulaire (B)

Fig. 68. — Ossification de l'omoplate.

la soudure des épiphyses des os est complète, leur croissance

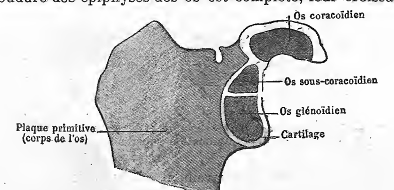


Fig. 69. — Ossification de l'omoplate, sujet de 10 à 12 ans.

en longueur terminée, leur solidité est maximum ; de quarante à cinquante ans, ils augmentent d'épaisseur, leur nutrition

active peut réparer facilement les accidents de fracture. Après cinquante ans, le tissu des os, ferme et compact comme l'ivoire, devient grenu, terreux, fragile ; des soudures s'opèrent entre quelques vertèbres, les cartilages tendent à s'ossifier, même dans les articulations.

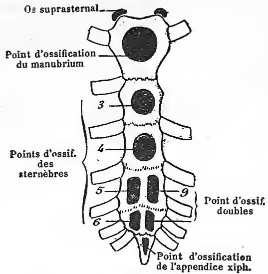


Fig. 70. — Ossification du sternum.

L'exercice constant empêche certainement les articulations de s'ankyloser, mais il vieillit le squelette en hâtant son ossification. C'est l'effet des professions exigeant des efforts énergiques contrairement à la vie sédentaire.

Le développement du squelette de l'homme et de la femme présentent des différences probablement pour cette raison.

Forme des surfaces articulaires en rapport avec le mouvement habituel. — La forme des surfaces articulaires se modifie et se

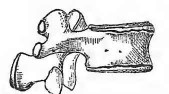




Fig. 71. — Développement d'une vertèbre et de la tête humérale montrant les différents points d'ossification séparés par du cartilage.

met en rapport avec le mouvement habituel de l'articulation, La sphère est la forme de la tête humérale et fémorale, elle est susceptible de mouvements de circumduction, mais, si le mouvement est plus étendu dans un sens que dans l'autre, la surface articulaire présente deux courbures différentes, la plus petite correspondant au mouvement le plus étendu, M. Marey

a particulièrement insisté sur cette loi de la morphogénie [1].

Normalement, les mouvements sont limités par la structure des surfaces articulaires ou par les ligaments qui les unissent. Pour obtenir une amplitude anormale comme on en voit chez les acrobates appelés hommes serpents, hommes caoutchouc, il faut dès l'enfance allonger ces ligaments et augmenter l'éten-

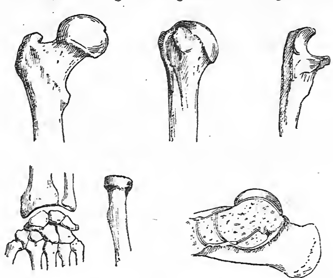


Fig. 72. — Formes des surfaces articulaires en rapport avec le mouvement des os.

Têtes sphériques du fémur et de l'humérus correspondant au mouvement de circumduction. — Charnière du coude et de la chevilledu pied correspondant au mouvement de flexion dans un plan. — Surface elliptique de l'articulatiou du poignet correspondant à deux mouvements rectangulaires d'amplitudes différentes. — Surface cylindrique du radius correspondant à un mouvement de rotation (pronation et supination).

due des surfaces articulaires, cela s'obtient toujours aux dépens de la solidité.

Dans l'union des os entre eux, la force des ligaments est toujours en raison inverse des muscles qui relient les os. Leur épaisseur et leur solidité est grande, là où il n'y a pas de muscles.

Les cartilages articulaires ont une épaisseur en rapport avec les pressions qu'ils supportent. D'après MM. Beaunis et Bouchard, cette pression contribuerait à empêcher l'ossification de les envahir ; ils ne sont d'ailleurs qu'un reste de cartilage d'os-

1. Marey, *Revue scientifique*, 1873.

sification de l'os, de là l'intimité de la réunion au tissu de ce dernier. La pression venant à diminuer, l'ossification peut envahir le cartilage ; dans la vieillesse les têtes osseuses sont ossifiées, ce qui a fait croire à l'usure des cartilages.

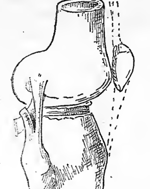


Fig. 73. — Deux os (fémur et tibia) articulés entre eux et réunis par des ligaments solides.

Taille de l'individu. — La taille de l'individu dépend de l'arrêt de croissance des os en longueur, elle est définitive, au moment de la soudure des épiphyses des os longs. L'exercice violent, le travail excessif hâtent cette ossification, empêchent ainsi la taille d'acquérir toute sa hauteur.

Les enfants des acrobates forains, victimes d'une exploitation immorale, sont fréquemment astreints par leurs parents à des exercices violents pour satisfaire la badauderie publique. Ils restent généralement petits.

Un enfant malade demeurant étendu longtemps sur son lit, pousse, au contraire, en longueur et voit sa taille augmenter de plusieurs centimètres en quelques mois.

Influence de l'exercice sur la taille. — Ce sont là des faits positifs qui démontrent la mauvaise influence des exercices de force et du développement musculaire excessif chez l'enfant.

On n'attelle point un poulain à la charrue ; on ne doit pas laisser les jeux athlétiques à l'enfant, sous peine d'en faire un petit homme rabougri, un petit vieillard.

L'enfant doit courir et jouer, sans imiter les exercices athlétiques, qui seront reculés à vingt ou vingt-cinq ans, lorsque la croissance en longueur sera terminée.

Géants et nains. — La taille ne doit être enrayée par aucun travail exagéré, si ce n'est dans un cas de croissance excessive. Une taille très élevée devient embarrassante et n'est pas une condition de vigueur.

Les géants ont généralement de tristes constitutions et pro-

duisent bien peu de chose. On considère même le gigantisme comme une maladie analogue à l'acromégalie. Les races latines ont une taille moyenne peu élevée ; ce sont pourtant les races de travailleurs qui ont donné le plus à l'humanité.

Cependant la réduction de la taille est un indice de dégénérescence physique et présente des désavantages évidents.

La taille a une influence sur l'utilisation de la force musculaire, sur la locomotion, sur l'agilité et la vitesse des mouvements, et, à ce point de vue, tout est à l'avantage d'une taille moyenne (environ $1^m,70$).

L'hérédité se fait sentir sur la taille, mais le produit de deux individus de haute taille n'est pas forcément un homme grand.

Il y a d'autres facteurs que l'hérédité, nous avons vu l'influence du surmenage prématuré, il y a également celle de la nourriture et de l'exercice musculaire convenablement dosés.

Influence de l'exercice musculaire sur l'augmentation de la taille dans l'enfance. — Il serait utile de faire des expériences pour préciser l'influence de l'exercice musculaire sur l'augmentation de la taille dans l'enfance. On rencontre ici de sérieuses difficultés pour connaître la part qui revient à l'âge, à l'hérédité et à l'exercice.

Ces facteurs sont inséparables, et leurs influences interfèrent entre elles. Il faudrait diviser les enfants en deux groupes à peu près identiques, soumettre les élèves d'un groupe à un exercice méthodique régulier, tandis que l'autre resterait étranger à toute éducation physique proprement dite. On verrait alors les différences apparaître dans les effets obtenus.

Le tableau précédent (fig. 27) nous a montré qu'il y a parallélisme entre l'augmentation de la taille et du poids. Ces mesures ont été prises au collège Sainte-Barbe par M. Rey, professeur de gymnastique; elles ont porté sur un grand nombre d'élèves de six à quatorze ans. On voit à l'inspection des courbes, combien la poussée est vive entre sept et huit ans ; elle se ralentit entre huit et neuf, pour reprendre de plus belle à treize ans.

Ces élèves recevaient tous un enseignement gymnastique.

M. le Dr Carlier a fait de son côté des recherches suivies pen-

dant quatre années sur les enfants de troupes de l'école Saint-Hippolyte et de Montreuil[1].

Il a constaté une réelle supériorité physique des enfants élevés dans ces écoles sur les enfants de troupe de même âge, de treize à dix-huit ans. Cette supériorité se manifeste par une plus-value sur le périmètre thoracique, le poids et la taille abstraction faite des différences ethniques.

Le poids a bénéficié le premier de la bienfaisante influence du milieu, puis le périmètre a atteint son augmentation maximum en même temps que le poids. Dès le premier semestre, la taille a éprouvé un rapide accroissement, mais le maximum n'a été obtenu qu'à la fin du quatrième semestre, un an après le maximum du poids et du périmètre.

C'est à la fois à l'influence des conditions hygiéniques, alimentaires et gymnastiques, que sont dus les changements favorables ; l'augmentation du périmètre est attribuée surtout à la somme considérable des exercices gymnastiques.

Influence des saisons. — L'influence des saisons est indéniable; elle s'est exercée, à tous les âges, aussi bien sur le développement en poids et en périmètre que sur l'augmentation de la taille.

La somme des accroissements de la taille observée pendant les semestres d'été était constamment plus élevée que la somme totale des accroissements observés pendant les semestres d'hiver.

Le poids a acquis son maximum d'augmentation pendant l'hiver.

Loi des accroissements de la taille, du poids et du périmètre thoracique. — Les accroissements successifs de la taille et du poids ainsi que ceux du périmètre thoracique suivent une certaine loi. Il existe, au commencement de l'adolescence, une période de croissance rapide. Cette période est, pour la taille et le périmètre, de quinze à seize ans et, pour le poids, un an après; elle paraît coïncider avec celle de la puberté. Elle a été suivie d'une période de croissance moindre ; par conséquent,

1. Dr Carlier, *Recherches anthropométriques sur la croissance. Influence de l'hygiène et des exercices physiques.*

comme on l'admet généralement, la croissance de treize à dix-huit ans s'opère par périodes alternatives d'activité et de ralentissement.

Le rapport entre le poids et la taille augmente avec l'âge et croît à chaque âge avec la taille comme chez l'adulte, mais sans qu'il soit possible de fixer l'augmentation de poids qui revient à chaque centimètre de taille en plus.

Inversement, les périmètres les plus élevés relativement à la taille sont ceux qui correspondent aux tailles les plus basses; le plus faible rapport se rencontre presque toujours dans les tailles les plus élevées, il ne serait pas juste, néanmoins, de dire que ce rapport diminue d'une façon plus ou moins régulière au fur et à mesure que l'on remonte l'échelle des tailles. Ces observations de M. le Dr Carlier sont extrêmement intéressantes.

Harmonie du squelette. Déformation par les attitudes et les mouvements. — La beauté corporelle ne dépend pas des dimensions de la taille, mais des proportions et des rapports des parties du corps. Toute déformation des os, toute disproportion des masses musculaires se manifeste par une difformité. L'exercice mal dirigé, les professions manuelles, la pesanteur s'exerçant dans diverses attitudes, le vêtement mal adapté à la forme du corps sont des causes de déformation du squelette et des raisons de désharmonie.

Les attitudes maintenues longtemps ont plus d'effet sur les déformations du rachis que les mouvements dissymétriques. Plusieurs auteurs n'admettent même point les déviations par défaut d'équilibre musculaire, si ce n'est les déformations de l'épaule.

Cela est vrai en partie, on voit beaucoup moins de déviations chez l'ouvrier exécutant des mouvements dans de mauvaises attitudes que chez des écoliers et des hommes de bureau demeurant immobiles toute la journée. Les déviations ont toujours une cause essentielle : un trouble de nutrition dans le système osseux; aussi, une gymnastique générale qui a un effet hygiénique certain remédie-t-elle en partie à ce trouble de la nutrition et devient-elle quelquefois, en augmentant les forces du malade, un correctif suffisant, sans

faire appel à aucun autre traitement spécial. Il est néanmoins

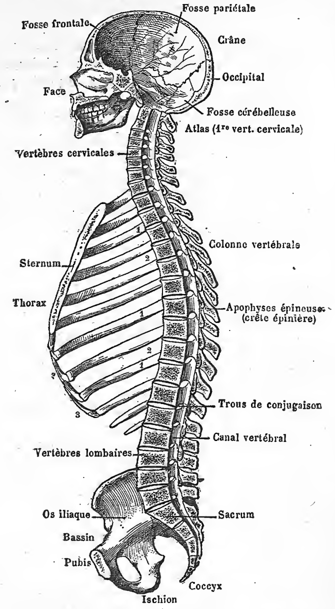


Fig. 74. — Section de la colonne vertébrale montrant les courbures normales du rachis.

plus certain de faire agir les deux effets parallèlement : fortifier le corps par des exercices hygiéniques et provoquer une

nutrition plus active dans les parties faibles par une gymnastique spéciale.

Toute déviation du rachis définitivement constituée est la conséquence de la déformation des vertèbres; les corps vertébraux n'ont plus leur forme cylindrique, ils s'applatissent; la nutrition semble s'être ralentie d'un côté par suite d'une compression exagérée et augmentée de l'autre, par suite



Fig. 75. — Exemples de la déformation des corps vertébraux dans une déviation du rachis.

d'une sorte de raréfaction ou de dilatation du tissu osseux (fig. 75).

La déformation des vertèbres est accompagnée d'une torsion des corps vertébraux les uns sur les autres, et la gymnastique orthopédique n'a plus d'effet sur une déviation arrivée à ce degré. Il en est tout autrement lorsqu'il n'y a pas encore déformation osseuse. On obtient un résultat certain avec les attitudes actives, en localisant la contraction dans les groupes musculaires faibles, de façon à provoquer volontairement une réduction des courbures et à maintenir les muscles redresseurs contractés et raccourcis.

Malheureusement, on ne peut agir ainsi lorsque les os sont malléables, les ligaments relâchés et les muscles insuffisants; on est obligé de laisser le malade immobile, couché

dans une position favorable, de comprimer certaines parties de son thorax ou même de faire porter le poids du tronc et des membres supérieurs par des corsets ou des supports extérieurs. Ces traitements sont du domaine de la chirurgie orthopédique [1].

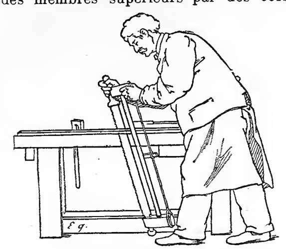


Fig. 76. — Travail à l'établi, scie à refendre (efforts fléchissants).

La division du travail dans les ateliers a amené la spécialisation demandant le maintien de la même attitude avec des efforts constamment répétés et localisés.

Le tourneur, le sculpteur, l'ajusteur, le menuisier, la blanchisseuse restent debout et font constamment des efforts des fléchisseurs du tronc. Le vigneron travaille fléchi; il est voûté à 40 ans; les couturières travaillent assises à la machine à coudre ; les mineurs, les raboteurs de parquets, toujours accroupis, ont la colonne vertébrale fléchie. On voit au musée Orfila le squelette de Séraphin, le fameux montreur d'ombres chinoises, c'est un exemple frappant de cyphose professionnelle (fig. 96).

Le travail à l'établi (rabot et scie) penche la tête à gauche, produit un développement exagéré des muscles de l'épaule droite et du grand pectoral correspondant. La colonne vertébrale se dévie et présente une concavité droite de la région dorsale. Le bras droit est plus fort, les doigts sont déformés et fléchis, la jambe gauche est arquée, le bassin s'élève de ce côté, le pied droit appuie sur son bord interne (fig. 76 et 77).

Le sculpteur fait des efforts qui soulèvent l'épaule gauche et la développent. Chez lui la colonne vertébrale présente une

1. Voir Kirmisson, *Les déformations acquises de l'appareil locomoteur pendant l'enfance et l'adolescence.*

double courbure; le bras droit est plus exercé que le gauche et le poignet comprimé par l'outil s'élargit transversalement.

Le tournenr a l'épaule gauche abaissée, la tête penchée à gauche. L'épaule droite surélevée est plus forte, la colonne vertébrale se dévie et présente une convexité à droite. La pédale développe le membre inférieur gauche, élève le bassin du côté gauche, et la jambe droite portant le poids du corps tend à s'arquer.

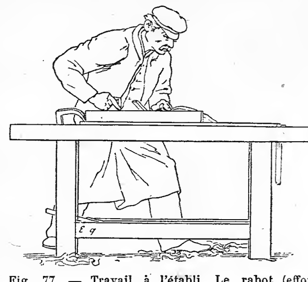


Fig. 77. — Travail à l'établi. Le rabot (effort fléchissant).

Les tapissiers sont toujours accroupis, la tête et le tronc penchés en avant, les bras ne s'exercent pas, et les jambes sont toujours pliées sans mouvements [1].

Au contraire, les terrassiers chargeant des tombereaux à la pelle, les femmes portant des fardeaux sur la tête ont le buste absolument droit, car ils font des efforts constants pour se rectifier (fig. 79 et 80).

Dans les sociétés de gymnastique parfois les jeunes gens s'entraînent exclusivement aux exercices de grimper, les bras serrés contre la poitrine par la contraction des muscles pectoraux; l'effet de cette étreinte constante est de voûter le dos si on ne la contrebalance pas par d'autres mouvements correctifs. Les masses musculaires abaissant le bras, portant l'épaule en avant et affaissant la poitrine sont devenues prépondérantes, et l'équilibre des pièces du squelette est rompu :

1. Observations faites dans les écoles professionnelles d'apprentis de la Ville de Paris.

on évolue vers le type du grimpeur représenté par les grands singes. Les velocipédistes ne sont pas mieux partagés sous ce rapport, nous en reparlerons à propos du vélocipède. Généralement les contractions ne se prolongent pas assez pour produire une déformation osseuse ; les mêmes muscles ne peuvent toujours travailler, ils se fatiguent, se relâchent ou s'atrophient.

Dans l'organisme, certains muscles, dont la contraction per-



Fig. 78. — Travail à l'étau. La lime (effort fléchissant).

Fig. 79. — Manœuvre de la pelle (effort de redressement).

manente serait nécessaire à la station debout, sont remplacés par des ligaments limitant les mouvements articulaires, ces ligaments doivent se distendre pour qu'il se produise une déformation osseuse.

Ne voit-on pas des contractures persister très longtemps dans les muscles sans amener aucune déviation? Il faut donc le concours de la pesanteur agissant d'une façon constante et, de plus, un trouble de nutrition dans les os pour provoquer une déformation.

Pour ces raisons on ne saurait trop surveiller les attitudes habituelles des enfants au moment de l'ossification du squelette.

Les enfants portés toujours sur les bras par leurs nourrices

contractent des déviations de la colonne vertébrale. Les mauvaises stations debout ou assises pour écrire sont aussi des causes certaines de déformations.

Tout s'enchaîne dans l'équilibre du squelette; une déformation des membres inférieurs peut amener une déformation du bassin et de là une déformation du rachis et du thorax. Ce sont les déformations secondaires dites compensatrices. L'usage d'une béquille rompt la symétrie de tout l'appareil locomoteur.



Fig. 80. — Femme portant un fardeau sur la tête (effort de redressement), d'après Sain.

Les pressions des os les uns sur les autres ont une grande influence sur leur nutrition.

On peut expliquer certaines déviations par l'action mécanique de la pesanteur sur la colonne vertébrale; mais il ne faut pas raisonner à priori, comme on le ferait sur une tige inerte; les éléments vertébraux vivent, ils réagissent à leur façon, on ne peut prévoir ces réactions, il faut observer ce qui se passe dans chaque cas.

Stations debout bonnes et mauvaises; déformations et incurvations dues a la pesanteur. — La station debout correcte, pour demander le minimum d'effort, doit amener tous les segments osseux dans le prolongement l'un de l'autre avec le moins de contractions musculaires. La projection horizontale du corps doit être réduite à une surface minimum. C'est l'attitude droite prise contre un mur vertical en faisant toucher la nuque, le dos, les fesses et les talons (fig. 85). Pour peu que l'on abandonne cette attitude, on voit se produire immédiatement une mauvaise répartition des efforts musculaires, les pressions ne s'équilibrent plus, et les rapports des os varient, entraînant un changement de forme du corps. Les courbures vertébrales s'accentuent et amènent une diminution de la taille.

Ces courbures se produisent d'avant en arrière et latéralement.

La courbure exagérée ou ensellure projetant le ventre en avant est accompagnée de la voussure du dos et d'une exagération dans la courbure cervicale (fig. 86). Toutes ces courbures

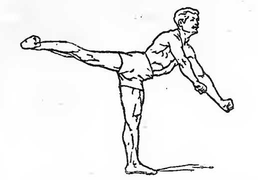


Fig. 81. — Boxe française (effort du redressement du tronc).



Fig. 82. — Vélocipède (attitude fléchissante).

sont solidaires, elles ont pour but de ramener le centre de gravité du tronc au-dessus de la base d'appui, représentée par la ligne des têtes fémorales.

Il faut les combattre dès le début; une fois formées, elles ne

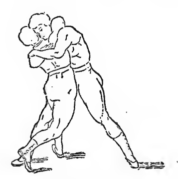


Fig. 83. — Lutte (efforts fléchissants), d'après Clias.



Fig. 84. — Canotage (efforts de redressement).

tendent ensuite qu'à s'exagérer. Cela se comprend : l'effort, pour maintenir en équilibre deux segments osseux qui supportent le poids du corps, est minimum si ces segments sont dans le prolongement l'un de l'autre; cet effort augmente lorsque l'angle des deux segments diminue (fig. 85) ; de même

un arc chargé à son extrémité faiblit de plus en plus avec l'augmentation de sa courbure (fig. 87).

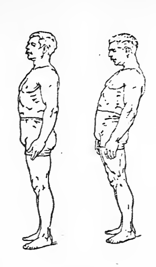


Fig. 85. — Bonne et mauvaise station droite.

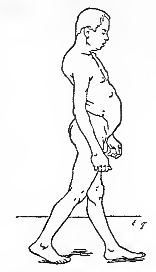


Fig. 86. — Ensellure avec voussure du dos et saillie de l'abdomen, d'après un cliché de M. LONDE (hôpital de la Salpêtrière).

Il en est de même de la colonne vertébrale. La voussure du dos a pour conséquence l'abaissement de la tête, mais nous tendons instinctivement à avoir le regard horizontal, nous redressons la tête à cet effet en exagérant la courbure cervicale. Pour rectifier la partie cervicale du rachis, il faut alors serrer le menton au cou, puis faire un effort dans cette position pour relever la tête avec le cou sans relever le menton (fig. 88).

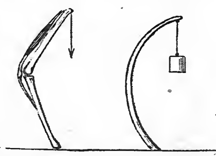


Fig. 87. — Schéma de l'effort nécessaire à l'équilibre de deux segments faisant un angle entre eux ou d'un arc courbé.

Il suffit de porter des chaussures avec de hauts talons pour être forcé de fléchir les genoux et les cuisses, le bassin est alors mal orienté, et toutes les courbures du rachis s'exagèrent (fig. 89).

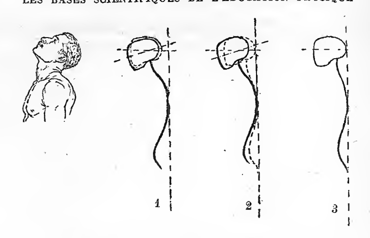


Fig. 88. — Montrant la manière efficace de rectifier la région cervicale du rachis.

1. Tête fléchie en arrière sur le cou sans entraîner l'extension de ce dernier (mouvement défectueux). — 2. Extension du cou ramenant le redressement de la tête (mouvement utile). — 3. Extension de toutes les régions du rachis ; la nuque, le dos et les fessiers appuyés contre un plan vertical.

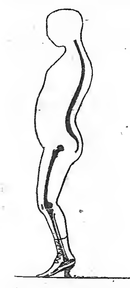


Fig. 89. — Influence des hauts talons sur la mauvaise attitude générale du corps.

On voit les genoux fléchis, le bassin penché en avant, d'où ensellure lombaire et voussure du dos.

Stations assises bonnes et mauvaises. — Les déformations du rachis se produisent aussi bien assis que dans la station debout; il suffit pour cela de prendre une mauvaise position sur son siège ou de se servir de sièges défectueux.

Dans une bonne station assise, le corps doit reposer sur les cuisses et les deux fesses, il doit être d'aplomb sur le siège en effaçant les courbures vertébrales. Il faut éviter de se tenir droit en exagérant la courbure lombaire, ce qui aurait tous les inconvénients de l'ensellure en station droite. Pour bien des maîtres, se tenir droit, c'est cambrer les reins, exagérer la courbure lombaire et faire saillir le ventre (fig. 90). Si le corps se penche en avant, il tend à se voûter, il faut alors une action constante des muscles extenseurs du rachis pour maintenir l'équilibre (fig. 90). Cet effort cesse si le dossier du siège et le siège lui-même sont légère-

ment inclinés en arrière ou si l'on prend point d'appui en avant sur la table (fig. 91).

L'attitude la plus mauvaise serait de se pencher trop en avant à cause de la distance trop grande qui séparerait le siège



Fig. 90. — 1. Bonne attitude assise ; — 2. Mauvaise attitude, dos voûté, — 3. Mauvaise attitude, cambrure exagérée.

de la table, ou bien de s'asseoir sur le bord du siège le dos appuyé sur le dossier (fig. 92).

Cette dernière attitude se rencontre souvent chez les vieil-

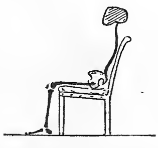


Fig. 91. — Bonne attitude assise donnant le maximum de repos (dossier et siège légèrement inclinés).

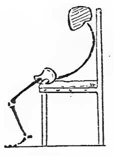


Fig. 92. — Mauvaise attitude assise sur le bord du siège (voussure du dos).

lards. La voussure du dos s'accentuant, la tête s'abaisse et, pour la relever, le sujet s'asseoit de plus en plus au bord du siège, augmentant constamment sa cyphose et amenant ces voussures énormes que l'on rencontre chez de pauvres mendiants (fig. 93 et 94).

Le siège est encore défectueux dans bien d'autres cas . trop

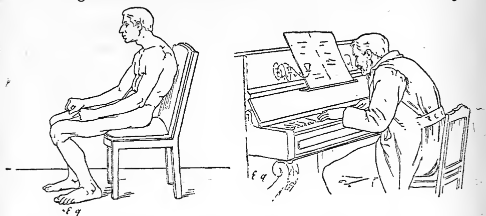


Fig. 93. — Mauvaise attitude assise (dos voûté),

Fig. 94. — Pianiste se courbant en avant à cause de la myopie.

étroit et incliné en avant, il ne repose point, il ne neutralise

Fig. 95. — Voussure du dos (cyphose sénile) d'après un cliché de M. Londe (hôpital de la Salpêtrière).

Fig. 96. — Cyphose par mauvaise attitude. Colonne vertébrale de Séraphin présentant une voussure généralisée et une soudure des vertèbres (Musée Dupuytren).

pas les contractions musculaires; trop haut, il laisse pendre les

jambes, ce qui fatigue les ligaments des articulations ou nécessite des contractions pour empêcher les surfaces articulaires de se disjoindre ; trop bas, il oblige la flexion des jambes,

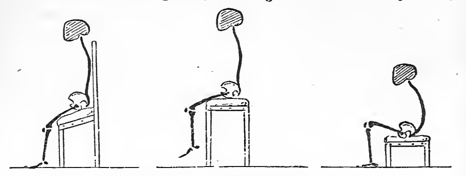


Fig 97. — Sièges défectueux.
1. Trop étroit et incliné en avant ; — 2, trop élevé ; — 3, trop bas.

fléchit la colonne vertébrale et comprime les viscères abdominaux (fig. 97).

Déviations latérales dans les attitudes non symétriques. — Les déviations latérales se produisent dans des attitudes non symétriques du corps, la station hanchée et la station unifessière.

Station hanchée. — La station hanchée fait porter le poids du corps sur une seule jambe, la hanche opposée est abaissée, et la jambe correspondante fléchie ; la ligne des hanches est oblique et, pour rétablir l'équilibre, la ligne des épaules s'incline en sens inverse. De là une incurvation générale du rachis avec convexité à gauche pour le hancher sur la jambe droite (fig. 98).

Station unifessière ; déformations scolaires dues a la mauvaise attitude pour écrire. — Dans la station assise unifessière les choses se passent de même.

Les professeurs d'écriture et les instituteurs, n'ayant généralement aucune notion de statique, obligent leurs élèves à tenir leurs cahiers droits, c'est-à-dire parallèles au bord des pupitres. Pour l'écriture courante inclinée dite anglaise, l'élève est donc forcé de se pencher à gauche et de faire reposer le poids du

corps sur la fesse gauche et le coude gauche. L'épaule gauche

Fig. 98. — Station hanchée sur la jambe droite et station de l'écolier sur le fessier gauche provoquant les mêmes flexions latérales du rachis.

est élevée ainsi que la hanche droite tandis que la hanche



Fig. 99. — Déviation latérale de la colonne vertébrale provoquée par une mauvaise attitude prise en écrivant.



Fig. 100. — Scoliose ancienne à trois courbures.

gauche et l'épaule droite sont abaissées. De là une incurvation

latérale du rachis présentant sa convexité à gauche (fig. 100).

Cette attitude, maintenue pendant les longues heures de classe, peut occasionner une véritable difformité, la scoliose classique (fig. 99 et 100) à courbures de compensation.

Plusieurs médecins ont pris la question à cœur et ont rompu des lances pour faire cesser cet état de choses dans les écoles primaires, mais leur parole n'a guère été entendue, malgré les chiffres éloquents qu'ils ont donnés comme preuve de l'influence néfaste des attitudes scolaires.

M. Dally a constaté la fréquence des déviations chez les sujets un peu grands et une proportion de quinze à un chez les filles et les garçons, surtout chez les institutrices[1].

D'après l'enquête très sérieuse faite par le Dr Sholder[2] dans les écoles de Lausanne 23 et 26 p. 100 des filles, c'est-à-dire le quart environ de la population scolaire ont contracté une scoliose à l'école.

Fig. 101. — Attitude penchée et défectueuse de l'écolier à qui on impose de tenir son cahier droit devant lui (cause de la scoliose; vue d'en haut).

De plus, ceci est très démonstratif et prouve bien l'influence des attitudes scolaires, le nombre des scolioses observées augmente avec celui des années; à treize ans on trouve 37,7 p. 100 de filles et 26,3 p. 100 de garçons scoliotiques. Ces chiffres sont en rapport avec l'accroissement du nombre des myopes et sont caractéristiques.

Tout au plus a-t-on réformé le matériel et l'a-t-on mis en rapport avec la taille de l'élève. La chose s'aggrave en effet, si à

1. Dally, *Déformations scolaires de la colonne vertébrale,* 1879.

2. *Les déviations de la colonne vertébrale dans les écoles de Lausanne,* par les Drs Sholder, Weith et Combe.

l'incurvation latérale vient s'ajouter la voussure du dos par suite de la faible hauteur des tables ou de l'écartement de la table et du banc.

M. Desnoyers, professeur d'écriture, a fait les mêmes constatations et appelé dernièrement l'attention du corps médical sur ce point[1].



Fig. 102. — Attitude correcte de l'écolier inclinant son cahier pour l'écriture courante, vue d'en haut.

Il serait bien simple d'éviter ces inconvénients en faisant reposer l'élève également sur les cuisses et les deux fesses et également aussi sur les deux coudes, le corps restant bien droit. La direction et l'orientation du papier seraient données en conséquence ; les jambages deviendraient presque perpendiculaires au bord de la table, le papier étant incliné pour faciliter les mouvements de la main (fig. 102).

Il est plus sûr de prévenir ces difformités que de chercher à les guérir une fois confirmées, nous en avons vu la raison dans les déformations des os.

Déformation des membres. — Le squelette présente encore bien d'autres déformations pouvant influer sur les courbures du rachis : les pieds-bots, les genoux cagneux, les lésions de l'articulation coxo-fémorale produisent soit des déformations du bassin, soit des orientations anormales de cette ceinture osseuse. Il en résulte des modifications dans les courbures vertébrales ; elles sont dues spécialement à l'action de la pesanteur.

Toutes ces déformations du squelette nuisent au bon fonctionnement des organes locomoteurs, à leur solidité et reten-

1. Desnoyers, *Comptes rendus du Congrès international de l'Education physique de* 1900.

tissent également sur la vitalité des organes contenus dans le thorax ou l'abdomen. Il y a donc intérêt à les éviter dans l'éducation première.

Il faut veiller à ne pas faire marcher les enfants trop tôt ni trop longtemps. Le pied doit reposer sur le sol par la plante, sans porter ni en dedans ni en dehors, la chaussure ne doit pas avoir de hauts talons, ce qui ferait marcher sur la pointe; la jambe doit s'étendre sur la cuisse, l'abdomen doit être aplati, le bassin ne doit pas se renverser en avant, le thorax doit se bomber, les courbures vertébrales être effacées, la tête droite. Nous reviendrons bientôt sur ces points particuliers.

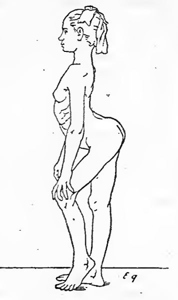


Fig. 103. — Sujet présentant des déformations multiples du squelette et une déchéance physique caractérisée (coxalgie et rachitisme, Hôpital des Enfants-Malades).

§ 3. — *Modifications du système musculaire.*

Utilité d'un développement musculaire modéré. — La force musculaire est naturellement liée au développement du muscle, C'est une condition d'activité dans la vie de relation; il n'y a pas de fonctions sans organe. Le muscle est le siège d'échanges nutritifs intenses; la masse des muscles est une part importante du poids du corps, la circulation y est activée, et le mouvement s'accompagne de production de chaleur.

Le développement des muscles est, pour cette raison, une condition essentielle de santé.

Inconvénients d'un développement exagéré. — Mais faut-il rechercher un développement excessif des muscles, ne vaut-il pas mieux se borner à obtenir une musculature moyenne?

L'hérédité joue certainement un rôle essentiel dans le tempérament athlétique, et l'on voit quelquefois des hommes posséder

des muscles d'hercule sans pour cela les exercer. Si l'on n'est pas doué du tempérament athlétique, y a-t-il avantage à chercher à l'obtenir par l'exercice? Nous ne le croyons pas. Il ne faut pas forcer la nature et attirer spécialement la nutrition dans le système musculaire. Un homme conformé en athlète possède en même temps un développement parallèle des organes de la nutrition, appareil digestif, poumon et cœur; mais celui qui hypertrophie ses muscles par un travail gymnastique spécial n'est plus dans les mêmes conditions physiologiques. Le muscle se développe plus vite que les autres organes, et il peut résulter de cet accroissement une disproportion fâcheuse entre les organes du mouvement et les organes servant à la réparation du travail. La prédominance du système musculaire détourne une somme considérable d'activité au détriment des autres systèmes; le muscle ne fait que dépenser, il n'a pas en lui la source de réparation; cette force apparente est en réalité une pauvreté, une déséquilibration. La santé des athlètes n'est pas enviable, la phtisie ne les épargne point. On voit dans Galien et Hippocrate de vives critiques sur la dépravation des athlètes anciens. Ils étaient d'une gloutonnerie repoussante, avalaient une quantité prodigieuse d'aliments et mettaient un temps énorme à les digérer. Leur activité cérébrale était pauvre et endormie, ils étaient dominés par des besoins brutaux, et leur seule ambition était de satisfaire leur vanité dans les luttes ou des efforts stériles.

Les temps ont changé, l'athlète est devenu l'artiste forain, laissons-le sur le champ de foire, et n'envions pas ses biceps s'ils sont incompatibles avec la puissance intellectuelle et morale, les vraies forces dirigeantes à notre époque. Vouloir rétablir la brutalité athlétique, c'est faire le plus grand tort au développement de l'éducation physique; la perspective de l'acrobatie n'a guère d'attraits pour un penseur. Il faut se rappeler que la véritable application de la gymnastique n'est pas dans le gymnase, mais, chaque jour, dans la lutte pour l'existence.

Du reste, la force musculaire ne dépend pas uniquement de la grosseur des muscles : on voit des hommes musclés sans exagération, être doués d'une force musculaire considérable. Les muscles sont les serviteurs de la volonté, le degré d'intensité de

leur contraction dépend de l'excitation nerveuse qu'ils reçoivent.

Ceux qui produisent le plus de travail ne sont pas toujours ceux qui possèdent les plus gros muscles ; il ne faut pas confondre la force musculaire avec la résistance à la fatigue, liée, comme nous l'avons vu, aux phénomènes intimes de la nutrition.

Les grosses masses musculaires sont un élément même de perte de travail à cause de leur inertie.

Harmonie du système musculaire. — L'équilibre est rompu chez ceux qui sont relativement trop musclés, comme chez ceux qui présentent une atrophie générale ; l'éducation doit avant tout rechercher cette harmonie au lieu de viser à l'exagération, et il existe pour chacun un rapport entre le poids des muscles et la taille qu'il ne faut pas raisonnablement dépasser.

On voit dans les cirques des gymnastes adonnés aux exercices spéciaux des anneaux ou des poids avoir une charpente relativement faible recouverte de muscles monstrueux ; ce sont là des anomalies fort laides. D'autres répètent constamment les mêmes mouvements au moyen d'appareils à ressort. Ils arrivent ainsi à une hypertrophie étonnant les badauds ; ils servent de réclame vivante aux marchands. Ils développent leurs muscles comme on cultive chez un mouton la laine ou la viande à l'exclusion du reste. Pour juger du peu d'harmonie qui résulte de ces moyens factices, il suffirait de faire courir un de ses monstres aux formes athlétiques : on serait étonné de voir combien ces masses charnues sont incapables de produire du travail (fig. 104).

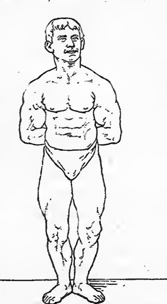


Fig. 104. — Sujet ayant obtenu une hypertrophie des masses musculaires des membres en cultivant exclusivement des exercices spéciaux (appareils à ressort). — On peut constater la disproportion entre le développement de son thorax et celui des bras et des jambes.

Tous ces inconvénients disparaissent avec un développement moyen du système musculaire. Il n'y a alors qu'avantages au point de vue de la santé et de la vigueur; l'activité musculaire est le meilleur moyen de calmer l'excitabilité exagérée du système nerveux; cette influence calmante de l'exercice modéré sur les centres nerveux le rend précieux pour l'homme d'étude, tandis que l'exercice violent excite et dispose peu aux travaux de l'esprit.

Il est plus intéressant et plus pressant d'élever la moyenne de la vigueur de la population plutôt que de former un petit nombre d'athlètes. La gymnastique générale nous donnera des résultats certains et des hommes harmonieusement développés. A ce point de vue on peut classer les hommes en séries bien tranchées.

États divers du développement des muscles. — Ceux qui n'ont jamais fait de gymnastique et n'ont pas de métier manuel présentent une atrophie générale du système musculaire et des atrophies partielles de certains muscles. Dans la station droite en effet, à moins d'efforts ou de résistances à vaincre, le poids du corps remplace l'action des fléchisseurs du tronc, le poids des bras l'action des adducteurs de l'humérus et des extenseurs de l'avant-bras.

Les muscles fixateurs de l'omoplate en arrière, qui s'opposent à leur écartement de la ligne médiane et à leur éloignement du thorax, ne sont jamais énergiquement mis en jeu dans la vie ordinaire, il faut faire des exercices spéciaux, vaincre des résistances horizontales pour les développer. Ces muscles, les plus utiles à la bonne attitude, sont justement les plus faibles et les plus atrophiés; de là résultent les conformations si laides signalées plus haut.

D'autres personnes ne font pas de gymnastique proprement dite, mais elles ont un métier manuel; nous avons vu les inconvénients résultant d'un travail professionnel spécial localisant les efforts dans un groupe restreint de muscles.

D'autres font bien de la gymnastique, mais une gymnastique spéciale; ils se livrent exclusivement à des exercices de grimper, de suspension ou d'appui, au saut, à la pratique des poids lourds, à la lutte, à l'escrime.

Bien peu d'exercices spéciaux comportent un développement harmonieux, ils ne sont pas assez complets et ne répartissent pas le travail également sur tout le corps. Si l'on en excepte la natation, la boxe française, le canotage et quelques jeux gymnastiques, les autres ne doivent pas être pratiqués seuls, pour éviter les inconvénients de la spécialisation.

Avantages de la gymnastique générale. — La gymnastique générale au contraire nous donne l'harmonie du système musculaire sans laquelle il n'y a ni beauté, ni équilibre des forces.

Mais il faut bien s'entendre, le mot gymnastique a été si mal employé qu'il demande une explication. Nous ne la restreignons pas aux exercices de locomotion avec les mains, ni aux mouvements extraordinaires ou anormaux ; nous comprenons tous les exercices qui perfectionnent l'être humain et lui servent dans l'application : aussi bien la marche et la course que le maniement des fardeaux et des armes, le grimper, la natation, le canotage et le lancer ; la gymnastique comprendrait même pour nous les jeux gymnastiques ou sports athlétiques.

Lois du développement des muscles. — Le développement des muscles dépend évidemment de l'activité de ces organes ; il est de connaissance vulgaire que le repos atrophie le muscle ; mais on connaît moins l'influence du mode d'activité sur la forme de l'organe, et pourtant il y a beaucoup de manières d'exécuter les mouvements et de contracter ses muscles. Les contractions peuvent être vives, lentes, statiques ou sans mouvement, dynamiques ou avec déplacement.

Il y a encore à considérer : 1° l'intensité de la contraction ; 2° l'amplitude du mouvement produit ; 3° la durée de la contraction ; 4° la répétition ou fréquence de cette contraction, pour avoir idée des lois du développpement des muscles.

Influence de l'intensité des contractions sur la grosseur des muscles. — L'intensité de la contraction dont un muscle est susceptible dépend, pour la même excitation nerveuse, de la section de ce muscle.

Chaque fibre musculaire est susceptible d'un effort ; autant de fibres dans la section du muscle, autant de fois cet effort

élémentaire, de là proportionnalité entre la force d'un muscle, c'est-à-dire le poids qu'il peut soulever, et sa section.

Le muscle grossit en exécutant des contractions énergiques et il devient plus dense, il durcit.

Tout adolescent a tâté et mesuré son biceps, il a jugé sa force et la valeur des exercices à la grosseur de ses muscles.

Il y a du vrai dans cette constatation naïve, cependant le muscle ne grossit pas toujours, il atteint vite une limite maximum sans pouvoir la dépasser; cette limite dépend de la nature du muscle et du travail effectué.

Les constitutions pléthoriques et sanguines, les races blondes flamandes sont susceptibles d'un très fort développement musculaire, tandis que les Arabes, les bruns à tempérament sec, auront toujours les muscles grêles, très contractiles et très durs.

Ils sont cependant énergiques les uns et les autres.

Le muscle ne peut toujours travailler, l'excès d'activité altère sa nutrition, et il dépérit par suite de fatigue; son tissu contractile fait place à une proportion plus grande de tendon, c'est la vieillesse du muscle, comme nous avons vu la vieillesse des os.

On est étonné de ne ne pas trouver un grand développement musculaire chez les débardeurs ou déchargeurs de bateaux, qui donnent quotidiennement une somme de travail énorme. Cela s'explique par la dépense excessive et la réparation insuffisante, il y a état de surmenage constant.

Le muscle s'accommode mal d'un travail continu, et la meilleure condition pour le développer, c'est de lui faire exécuter des contractions énergiques répétées fréquemment sans aller jusqu'à la fatigue et séparées par de longues périodes de repos.

Le mieux est d'exécuter lentement les contractions et d'obtenir ainsi un raccourcissement complet du muscle sans à-coups.

On obtient un effet très rapide avec les appareils élastiques formés de câbles de caoutchouc fixés au mur et terminés par des poignées; ces appareils font porter justement la contraction sur les muscles spéciaux en relâchant leurs antagonistes et, quelles que soient la direction et la vitesse du mouvement, ils présentent toujours une résistance constante à vaincre, sollicitant l'action continue du muscle avec un degré moyen d'intensité.

Ruptures dues a des contractions excessives. — Il faut se gar-

der de faire des contractions trop énergiques; l'énergie de la contraction peut même dépasser la résistance des tissus et des os.

Lorsqu'on fait un faux pas, on cherche à rétablir son équilibre compromis par des contractions soudaines et très intenses, il n'est pas rare de voir se produire des déchirures d'aponévroses, des ruptures du tissu musculaire et même des os.

Je me rappelle un accident assez curieux : un moniteur de gymnastique se déchira le pectoral en faisant un rétablissement en force à la barre fixe. Le sujet était habillé, gêné dans ses mouvements, il faisait froid, le mouvement avait été commandé par un supérieur devant des spectateurs de marque ; l'amour-propre était fortement surexcité, il fallait réussir. La volonté ne faisait pas défaut, mais les organes étaient insuffisants pour lui obéir. L'accident eut des suites graves, il se déclara un phlegmon de l'aisselle, et le malheureux gymnaste faillit perdre le bras. Autre exemple : en août 1903, un professeur de quarante-cinq ans, non entraîné, se déchire le long chef du biceps dans un rétablissement en force à la barre fixe.

Le froid est certainement pour beaucoup dans la difficulté de la contraction, il produit un engourdissement que la volonté ne peut vaincre. Il faut l'éviter en se couvrant chaudement de maillots de laine lorsque l'on veut faire des exercices de force, l'hiver, par une basse température.

En resserrant les vaisseaux périphériques le froid empêche le sang d'affluer au muscle comme le ferait la ligature d'une artère.

En résumé l'intensité moyenne des contractions et les repos fréquents sont la condition la meilleure de nutrition du muscle ; il ne faut pas demander aux muscles de produire des efforts qui ne sont pas en rapport avec leur section et les exciter à se raccourcir sous des charges exagérées.

Influence de l'amplitude des mouvements sur la nutrition du muscle. — L'amplitude du mouvement produit par un muscle dépend de la quantité dont il se raccourcit sous l'effort de la volonté. La fibre musculaire est capable en se contractant de se raccourcir du tiers de sa longueur, la course totale dont le muscle est susceptible dépend ainsi de la longueur de la partie contractile, de la partie rouge du muscle ; c'est environ le tiers de cette partie. Pour conserver la longueur des faisceaux mus-

culaires dans toute leur intégrité, il est indispensable de les exercer en leur faisant parcourir toute l'étendue du raccourcissement dont ils sont susceptibles, étendue en rapport avec l'amplitude complète des mouvements articulaires.

Cette contraction complète des faisceaux musculaires est le seul moyen d'obtenir l'irrigation du tissu par un sang pur[1].

Adaptation du muscle a la forme du travail. — Deux muscles peuvent effectuer un même travail sous deux formes différentes. L'un soulèvera un poids de 20 kilogrammes à 15 centimètres de hauteur, l'autre un poids plus faible de 5 kilogrammes à

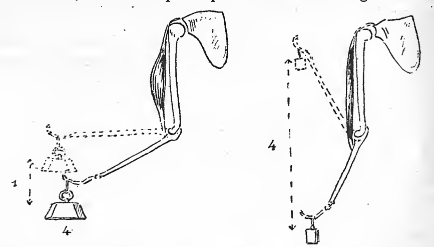


Fig. 105. — Montrant l'adaptation de la forme du muscle à la forme du travail habituel.

On voit deux muscles produire la même somme de travail ; mais l'un soulève un poids quatre fois plus lourd à une hauteur quatre fois moindre, de là les sections et longueur des muscles différentes.

une hauteur plus grande, 60 centimètres. Le même travail mécanique aura été accompli, à savoir 30 kilogrammètres : $20^{kg} \times 0^{m},15$ ou $5^{kg} \times 0^{m},60$. Dans le second cas l'effort fait aura été quatre fois plus petit, mais le déplacement ou le raccourcissement du muscle quatre fois plus étendu. Si deux muscles identiques travaillent constamment ainsi, ils s'adapteront à la forme du travail qu'on leur fait exécuter ; celui qui fera

1. Voir les effets de la pleine contraction par Macdonald Smith (Congrès de Liège 1905).

les contractions les plus intenses grossira de section, mais celui

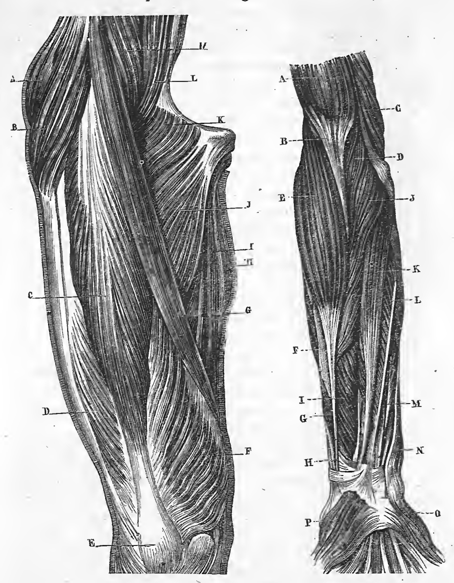


Fig. 106. — Muscles de la cuisse et de l'avant-bras montrant la structure charnue du couturier G et la longueur relative des tendons des muscles fléchisseurs des doigts en rapport avec l'étendue des mouvements.

qui fera les mouvements les plus étendus augmentera de longueur et prendra la forme de fuseau.

Le poids des deux sera le même, la forme seule sera diffé-

rente; le poids est proportionnel au volume, au produit de la section par la longueur, c'est-à-dire au travail.

M. Marey a insisté sur la simplicité de cette loi et expliqué ainsi la forme des masses musculaires réparties sur le squelette des animaux[1].

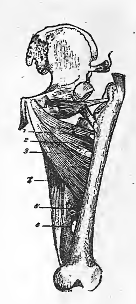


Fig. 107. — Montrant les rapports de la longueur des faisceaux des adducteurs de la cuisse avec l'étendue du mouvement.

Les muscles gros et courts correspondent aux efforts intenses avec un mouvement réduit; les muscles longs et grêles sont chargés de donner une grande étendue de mouvement aux segments osseux sans produire une grande force. Les muscles de la mâchoire et les muscles des doigts sont des exemples de cette différence de structure.

Le couturier doit se raccourcir beaucoup pour fléchir la jambe, il est long et grêle. Le pectoral produit les efforts énergiques d'étreinte, sans grand mouvement, il est court et charnu.

Quand les mouvements diminuent d'amplitude, le muscle change de forme, le tendon semble s'allonger, mais, en réalité, il y a atrophie partielle de la partie charnue et diminution de sa longueur; il ne subsiste que la longueur de fibre nécessaire au mouvement, le reste disparaît, la portion de tendon devient ainsi relativement plus grande.

On voit ce fait se produire constamment dans des cas pathologiques, dans des ankyloses partielles, dans la vieillesse où les mouvements sont restreints. Une bonne gymnastique doit veiller à entretenir dans toute sa vitalité la plus longue portion possible du corps charnu du muscle. Il faut combattre l'atrophie en longueur comme l'atrophie en épaisseur. C'est un moyen d'obtenir le maximum de souplesse dans les mouvements. L'enfant tout jeune a les mouvements de la jambe les plus étendus, il porte facilement le pied à la bouche, ses muscles

1. Voir *C. R. Acad. Sc.*, 12 sept. 1887. *Revue scientifique*, 3 juillet 1886. *La Machine animale*, ch. VIII, p. 99 et suiv., F. Alcan, 1873. *Arch. de Physiologie*, 1er janvier 1889, n° 1.

sont longs. La danseuse a un mollet charnu jusqu'au talon, grâce à la grande amplitude de l'extension du pied dans les exercices de pointe. Le vieillard, au contraire, a le mollet court et sec, s'arrêtant net à moitié jambe et terminé par une grande longueur du tendon d'Achille (fig. 108 et 109). Le nègre n'a pas la saillie du mollet du blanc. Voir Marey (C. R., 12 septembre 1887).

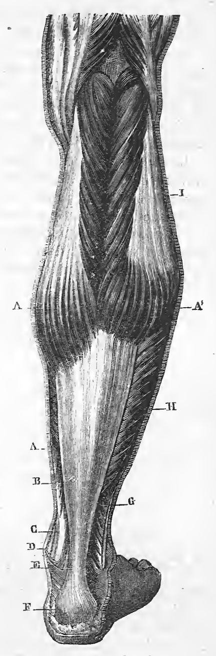


Fig. 108. — Muscles du mollet montrant la proportion relative du tendon et du corps charnu (adulte normal).

Exercices de force et exercices de vitesse. — Si l'on abuse des contractions intenses, si les muscles se contractent toujours en se raccourcissant, ils tendent à rester raccourcis, même dans le repos, et peuvent ainsi provoquer des déformations ou des attitudes vicieuses du squelette. Le terrassier serrant constamment le manche de la pelle a bien de la peine ensuite à ouvrir la main, ses doigts ne peuvent s'étendre, les fléchisseurs l'emportent sur les extenseurs.

L'athlète maniant des poids lourds à bras fléchis conserve l'avant-bras fléchi sur le bras, même dans le repos musculaire; ceux qui portent de lourds fardeaux sur les épaules, ont celles-ci surélevées. Les gymnastes toujours pendus à la corde lisse ont les pectoraux raccourcis et l'épaule attirée en avant.

Les exercices de force, la lutte,

les poids, le port des fardeaux, développent les saillies musculaires et donnent au corps le type athlétique.

Les exercices de vitesse avec mouvements de grande amplitude des membres, la course, les sauts, la natation, le lancer, les exercices d'élan, l'escrime, développent les muscles en longueur et donnent au corps le type de vitesse plus fin et moins massif.

L'hercule et le gladiateur sont les produits de deux entraînements différents (fig. 112 et 113).

Le second est sans contredit plus élégant et plus complet; il est fort et il est agile. L'hercule est embarrassé par sa masse ; terrible lorsqu'il étreint, il peut être très inférieur devant un adversaire qui ne se laisse pas approcher. Goliath a été terrassé par David.

Ces deux constitutions différentes se rencontrent chez les animaux de vitesse et de fond. Le cheval de trait et le cheval de course, le bœuf et le cerf sont adaptés : l'un aux grands efforts

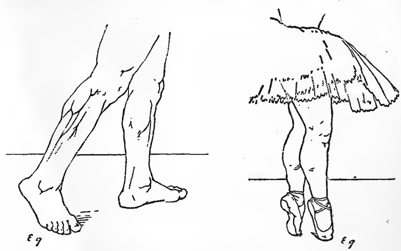


Fig. 109. — Mollet d'un vieillard et mollet de danseuse.

On voit la partie charnue, très restreinte chez le premier, descendre très bas chez la seconde. Cette longueur du mollet se rapporte à l'étendue des mouvements.

lents et prolongés, l'autre aux grandes vitesses ; il suffit d'intervertir leurs fonctions pour voir les différences profondes qui les séparent. On n'attelle pas à un train express une épaisse locomotive destinée aux trains de marchandises.

Conséquences a tirer au point de vue du développement normal du corps. — Il faut tirer enseignement de ces observations



Fig. 110. — Apollon (forme efféminée.)



Fig. 111. — Ascète (atrophie générale des muscles.)



Fig. 112. — Hercule Farnèse (hypertrophie musculaire), type de la force statique.



Fig. 113. — Gladiateur antique (finesse des formes), type de force, de vitesse et d'agilité.

naturelles et éviter les mouvements étriqués dans lesquels le muscle ne fournit qu'une partie de l'étendue du mouvement dont il est susceptible : nous nous garderons des contractions statiques prolongées, elles finissent à la longue par produire le rapprochement définitif des points d'insertion. Nous pourrons cependant les utiliser pour raccourcir certains muscles faibles et rétablir ainsi l'équilibre du squelette, équilibre rompu dans les mauvaises attitudes de l'épaule et du tronc.

Mouvements concentriques et mouvements excentriques. — Ling, le fondateur de la gymnastique en Suède, connaissait ces propriétés des mouvements sur le développement des muscles, il distinguait les mouvements où les points d'insertion se rappro-

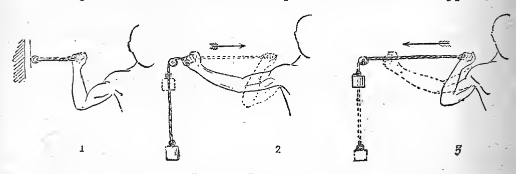


Fig. 114. — Différentes formes du travail musculaire.

1. Travail statique (contraction sans mouvement); — 2. Travail positif (contraction avec raccourcissement); — 3. Travail négatif ou résistant (contraction avec élongation).

chent de ceux où les points d'insertion s'éloignent. Dans les oppositions et les luttes, on résiste à un effort de l'opposant, et si cet effort est vaincu, le muscle se raccourcit; c'est la contraction *concentrique* des Suédois. Au contraire, si la résistance à vaincre l'emporte sur l'effort musculaire, le muscle est étiré en étant contracté jusqu'à son allongement complet; c'est la contraction *excentrique* (fig. 114).

Cette dernière a la meilleure influence sur la nutrition de toute la partie charnue du muscle; elle doit être employée pour remédier aux inconvénients de la contraction concentrique trop souvent répétée dans les mouvements usuels. Il faut choisir les exercices convenables pour améliorer la forme et pétrir le corps à sa convenance. Il ressort clairement de ces observations que l'amplitude du mouvement doit aboutir à la nutrition complète

du muscle et que les oppositions et résistances à vaincre nous permettent de varier les effets de la contraction musculaire en faisant travailler le muscle statiquement, ou bien en le raccourcissant ou bien en l'étirant[1].

INFLUENCE DE LA DURÉE DE LA CONTRACTION, LOI DU RYTHME. — La durée de la contraction est en rapport avec la vivacité du mouvement et l'intensité de l'effort.

Plus l'effort est intense, moins la durée peut être grande : nous en avons expliqué la raison à propos de la fatigue ; voilà pour l'effort statique.

Dans un mouvement, il y a les masses des membres, celles du corps et des instruments ou appareils portatifs à mouvoir. Ces masses ont leur inertie, il faut un certain temps pour leur communiquer de la vitesse, ce temps ne peut être diminué sans inconvénients ; plus la masse à mouvoir est grande, plus il devient considérable. Le rythme ou cadence d'un mouvement périodique comme l'est celui de la jambe dans la marche, celui des bras portant un haltère ou une massue, doit varier avec la grandeur de masse à mouvoir.

Si l'on suspend une lourde pierre à une longue corde, une légère pression du doigt suffira à la faire osciller, mais il faudra un certain temps pour cela ; vous ne réussirez pas à l'ébranler en donnant un violent coup de marteau, vous en briserez une partie. Le choc du marteau est une action trop instantanée, localisée en un point de la pierre elle n'a pas le temps de se propager dans toute sa masse, tandis que le doigt produisant une pression faible mais durable, réussit à communiquer le mouvement en totalité.

Autre exemple : j'attache un fil à un poids léger, un demi-kilogramme ; je tire brusquement sur le fil pour enlever le poids, le fil se rompt, et le poids n'a pas été remué. Je soulève au contraire le poids si je tire lentement et je puis même le charger encore sans casser le fil.

Dans le premier cas, le poids n'a pas été mis en mouvement, et cependant la traction du fil a dépassé de beaucoup la valeur du poids, mais cette traction n'a pas duré, le fil s'est rompu ; nous avons dépassé sa résistance.

1. Demeny. *Nouvelle méthode d'exercice par le mouvement complet continu et arrondi.* Société de Biologie et Congrès d'hygiène scolaire de 1910.

Dans le second cas, la traction a été beaucoup plus faible, à peine supérieure au poids à soulever, et cependant nous avons réussi à le mettre en mouvement en agissant lentement.

Il se passe des choses analogues dans les mouvements brusques du tronc ou des membres, dans une détente, le coup de poing, le saut, où des masses importantes sont soudainement sollicitées par une contraction énergique et instantanée des muscles.

L'intensité de la contraction musculaire acquiert un degré considérable qui peut, nous l'avons vu, dépasser la limite de résistance des tissus. Les chocs fatiguent le muscle, le courbaturent. Ils doivent être évités et remplacés dans les mouvements éducatifs par des efforts continus et durables; le muscle progressivement raccourci et ensuite mollement étiré, devient le siège d'une circulation active, propre à amener les matériaux de réparation et à entraîner les résidus des actions chimiques intimes.

Les mouvements saccadés et précipités sont incompatibles avec l'amplitude. Les mouvements vifs ne sont jamais complètement étendus, on les retient involontairement pour éviter le choc final : on ne peut lancer vivement le bras en arrière et le laisser absolument libre ; le choc final à fin de course est aussi mauvais que le choc de départ. Il porte sur les os et les ligaments, si la contraction soudaine des antagonistes ne vient pas arrêter la vitesse exagérée. L'élasticité du muscle absorbe heureusement une partie des chocs ; s'il en était autrement, les articulations seraient bientôt disloquées.

Le rythme est toujours l'élément le plus essentiel du mouvement. Il faut donner à la cadence une valeur en rapport avec la masse du segment à mouvoir, plus lente pour les membres étendus que pour les segments partiels qui les composent, plus lente encore pour le tronc que pour les membres. Cette cadence doit être telle que le temps de repos permette la réparation dans la nutrition des tissus.

L'ÉNERGIE D'UN MOUVEMENT N'EST PAS SA PRÉCIPITATION. — Nous ne devons pas confondre la vigueur et l'énergie d'un mouvement avec la sécheresse et la précipitation. La vigueur doit se manifester par des contractions énergiques, durables, unies à l'ampleur du mouvement. Bien entendu, la brièveté de la détente est quelquefois une qualité à rechercher ; le saut et le coup de

poing en sont des exemples, mais, dans le saut, la masse à mouvoir est considérable, c'est le poids du corps; la vitesse d'extension des segments ne devient pas assez grande pour produire les chocs dans les articulations ; le coup de poing doit être donné pour toucher, il est amorti par cela même s'il ne se fait pas à vide.

Si le mouvement est complexe, son rythme se composera de cadences propres à chaque segment suivant la loi des masses précédemment énoncée. Nous reviendrons sur le rythme, nous le verrons devenir un des facteurs les plus importants du travail[1]. De plus le temps qui correspond à l'effet que l'on désire obtenir devra être prolongé.

Répétition des contractions successives. — Le nombre des contractions successives que le muscle peut effectuer dépend de l'effort ou de l'intensité de la contraction et de la cadence du mouvement. Un muscle ne peut produire de travail sans se fatiguer et se reposer, nous avons examiné les conditions de réparation à propos de la fatigue ; celle-ci se manifeste par un affaiblissement dans la vivacité et l'intensité de la contraction et s'accompagne de douleur locale. A un certain degré de fatigue il devient même impuissant à produire du travail et, loin de se développer, il dégénère.

Il lui faut des alternances de repos et d'activité judicieusement proportionnés pour obtenir les meilleures conditions de travail et de nutrition.

La répétition d'un mouvement ne doit jamais être poussée jusqu'à la fatigue ; elle sera, comme la cadence, en rapport avec la masse à mouvoir. Si l'on remue le bras librement, on pourra naturellement répéter le mouvement plus fréquemment et plus vite que si le bras est chargé d'un poids. A plus forte raison, la cadence et la répétition du mouvement seront encore moindres dans le cas où les points fixes d'insertion des muscles moteurs sont intervertis, si les muscles moteurs du bras sur le tronc sont chargés de mouvoir le tronc sur le bras : dans le grimper, par exemple ; si les muscles moteurs des jambes deviennent moteurs du tronc, comme dans le saut.

1. G. Demeny, *Mécanisme et éducation des mouvements*, Paris, F. Alcan, 1903.

On peut, en alternant les mouvements des membres supérieurs avec ceux des membres inférieurs, répéter plus fréquemment les mouvements avec une fatigue moindre, surtout si l'on a soin de séparer chaque groupe de mouvements par une halte où l'on fera des exercices respiratoires.

§ 4. — *Fixation de l'épaule.*

Mobilité de l'épaule et forme variable suivant les individus. — Il n'y a peut-être pas de partie du corps présentant une



Fig. 115. — Ceinture osseuse formée par les omoplates et les clavicules constituant l'épaule et servant d'attache au bras.

On voit la position vicieuse de l'omoplate par rapport au thorax dans la figure de droite.

forme aussi variable que l'épaule chez les différents individus.

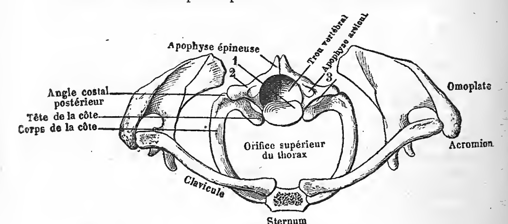


Fig. 116. — Ceinture scapulaire et ceinture thoracique vues d'en haut.

La position de l'épaule change les rapports du bras et du tronc, et altère les proportions du cou et la forme du dos (Voir pages 164 et 165).

Les épaules tombantes, les épaules trop hautes, les épaules

Lig. coraco-claviculaire
Lig. trapézoïde
Lig. conoïde
Lig. de l'échancrure
Capsule fibreuse acromio-claviculaire
Lig. acromio-coracoïdien
Lig. coraco-huméral
Capsule fibr. scapulo-humérale
Tendon du biceps

Fig. 117. — Ligaments de l'épaule.

en avant sont des défauts très communs. Les différentes posi-

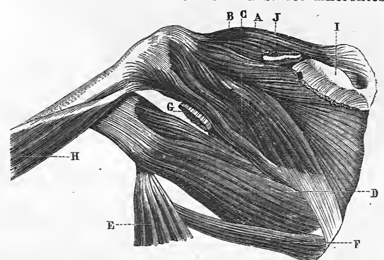


Fig. 118. — Muscles de l'épaule (Bonamy, Broca et Beau).

A, sus-épineux ; — B, sous-épineux ; — C, petit rond ; — D, grand rond ; — E, grand dorsal ; — G, triceps brachial ; — H, portion externe du triceps ; — I, épine de l'omoplate.

tions de l'épaule s'expliquent par la mobilité de celle-ci ; en

réalité l'épaule n'est pas invariablement fixée au tronc, c'est une ceinture osseuse incomplète qui n'a pas la solidité du bassin, sa fixité est obtenue par les muscles qui s'y attachent et la relient au tronc.

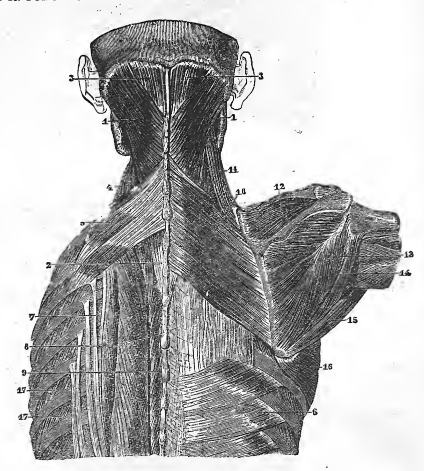


Fig. 119. — Muscles de la partie postérieure du dos et du cou (seconde couche).

1, splénius; — 3, grand complexus; — 5, petit dentelé supérieur; — 6, petit dentelé inférieur; — 10, rhomboïde; — 11, angulaire; — 12, sus-épineux; — 13, sous-épineux; — 16; grand dentelé.

Des ligaments relient la clavicule et l'omoplate, formant la voûte acromio-coracoïdienne; d'autres relient la clavicule au sternum et à la première côte (fig. 117).

Ces ligaments limitent le mouvement de l'épaule, et l'articulation sterno-claviculaire le détermine. Par structure, le moignon

de l'épaule se trouve constamment sur une portion de sphère ayant la clavicule pour rayon et son articulation sternale pour centre. La clavicule a pour fonction de maintenir l'épaule éloignée du tronc. Le sujet qui a la clavicule cassée se présente dans une attitude caractéristique, le bras pendant en avant, l'épaule portée en dedans.

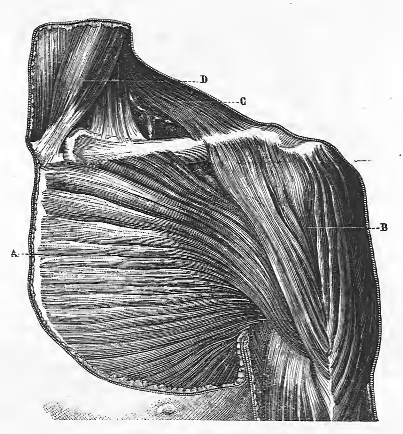


Fig. 120. — Muscles de la partie antérieure du tronc.
A, grand pectoral ; — B, deltoïde ; — C, trapèze ; — D, sterno-cleïdo-mastoïdien

L'omoplate n'est fixée au tronc que par des muscles ; il y a les muscles unissant directement l'omoplate et la clavicule au tronc : ce sont principalement les fixateurs de l'épaule : les trapèzes, angulaire, rhomboïde, grand dentelé. D'autres : le deltoïde, sus et sous-épineux, les petit et grand rond, sous-scapulaire, le biceps (longue portion) et le coraco-brachial relient le

bras à l'épaule, tandis que le grand dorsal et le grand pectoral relient le bras au tronc (fig. 118, 119, 120, 121).

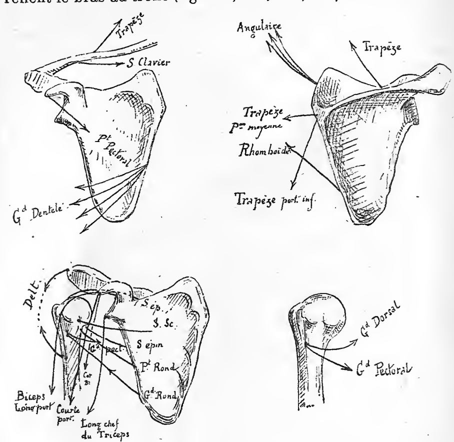


Fig. 121. — Shéma de l'action des différents muscles qui agissent sur la position relative de l'épaule par rapport au thorax.

On voit les muscles qui relient le bras à l'épaule, l'épaule au thorax et le bras au thorax. Les flèches indiquent la direction de l'action musculaire; les lettres sont les abréviations des noms des muscles.

Équilibre de l'épaule. — L'épaule prend une position d'équilibre résultant du poids du bras, de l'action complexe des muscles nombreux agissant sur elle et des résistances extérieures. Dans la station droite, le poids du membre supérieur tend à tirer l'épaule en avant et en bas ; cela contribue à courber le rachis et à affaisser le thorax.

Influence des atrophies musculaires. — Si l'omoplate n'est pas

constamment fixée contre le thorax et soulevée par la tonicité des masses musculaires qui s'y insèrent, elle sera abaissée, son bord interne se détachera du thorax, et son angle inférieur fera saillie sous la peau. Les enfants peu vigoureux présentent cette déformation due à l'atrophie des trapèzes et des rhomboïdes, l'omoplate se détache du thorax en forme d'aile, et l'on peut passer les doigts entre les côtes et la fosse sous-scapulaire; en même temps, le bras entraîne l'épaule en avant, et la distance entre les bords spinaux est exagérée (fig. 122).



Fig. 122. — Sujet presentant une atrophie des muscles fixateurs de l'omoplate (rhomboïdes, trapèzes).

On voit les omoplates faire une saillie sous la peau en forme d'ailes.

Fixation de l'épaule. — Le grand dentelé a un rôle très important dans la fixation de l'épaule; lorsque le bras est horizontal, il s'oppose au mouvement de bascule qui tend à se produire; de plus, il fait entièrement basculer l'omoplate dans l'élévation verticale du bras et la maintient dans cette position, la cavité glénoïde tournée vers le haut. Les sujets atteints d'atrophie du grand dentelé ne peuvent effectuer l'élévation verticale du bras; chez eux, l'élévation horizontale est très pénible et se fait sans force.

Les rhomboïdes, trapèzes (portion moyenne et supérieure), l'angulaire attirent l'épaule en haut et rapprochent les bords des omoplates, les grands dentelés les fixent contre les côtes, les grands dorsaux agissent sur le bras et attirent en arrière la tête de l'humérus, ils luttent contre le poids du membre supérieur et la prédominance des grands pectoraux, ils contribuent en même temps un peu à redresser les courbures de la colonne vertébrale (fig. 123 et 124).

Ces muscles sont les fixateurs de l'épaule en arrière, ils ont un rôle capital dans l'équilibre de l'épaule, ils effacent celle-ci, ouvrent la poitrine et donnent l'attitude de la vigueur, l'attitude du soldat au port d'armes.

La force des bras est intimement liée au développement de

la masse musculaire des fixateurs de l'épaule. Une épaule large, charnue et bien placée est la marque de la force.

Chez les personnes sédentaires qui ne font aucun effort des bras, l'épaule est décharnée ; chez les enfants des écoles primaires des villes, la mauvaise attitude de l'épaule est un défaut presque constant ; elle entraîne souvent l'affaissement du thorax, aussi la gymnastique scolaire doit-elle remédier à cette déformation par des séries d'exercices spéciaux.

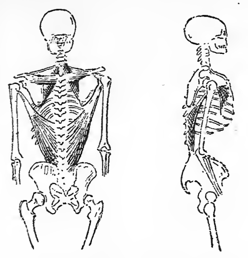


Fig. 123. — Montrant l'action des muscles rhomboïdes et trapèzes (portion moyenne) ainsi que celle des grands dorsaux dans l'effacement de l'épaule. La figure de droite indique l'antagonisme des dorsaux et des pectoraux.

Il suffit de raccourcir par des contractions *concentriques* les muscles chargés de rapprocher les bords des omoplates, d'effacer les épaules et d'allonger par des contractions *excentriques* les muscles antérieurs de la poitrine.

INFLUENCE DES MOUVEMENTS SUR LA FIXATION DE L'ÉPAULE. EXERCICES FAVORABLES. — Est-ce là ce que nous faisons dans la gymnastique avec les appareils ? Dans les rétablissements à la barre fixe, aux trapèzes, aux anneaux, aux murs, l'étreinte du bras prédomine constamment, les muscles antérieurs de la poitrine se raccourcissent, les muscles du dos s'allongent. Les jeunes gymnastes ont généralement le dos voûté pour cette raison, il est indispensable de corriger les défauts de ces appareils par des exercices spéciaux (fig. 125).

C'est une erreur de croire que la suspension et l'appui sur les mains contribuent en quoi que ce soit à la rectification des mauvaises attitudes de l'épaule. Dans la suspension le poids du corps allonge le bras et l'élève ; dans l'appui l'épaule est poussée verticalement en haut, on résiste à cette action par la contraction des muscles abaisseurs du bras, mais le rapprochement des

épaules et leur effacement ne dépendent nullement de ces muscles. Les efforts utiles à rapprocher les omoplates sont surtout localisés dans les muscles du dos. La direction de ces efforts doit être horizontale, perpendiculaire à l'axe spinal ; il n'est point du tout nécessaire de se suspendre par les mains pour

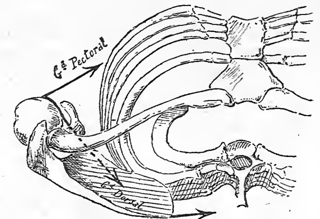


Fig. 124. — Squelette du thorax et de l'épaule vu en projection horizontale.

On voit l'antagonisme des muscles dorsaux et du pectoral dans la position de l'épaule.

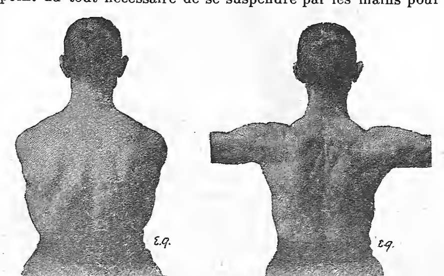


Fig. 125. — Influence de la position des bras en avant ou de côté sur le rapprochement des bords spinaux des omoplates.

On voit la différence des deux attitudes correspondre à un écartement des omoplates pour les bras en avant et à un rapprochement des omoplates pour les bras situés dans le plan des épaules.

obtenir les effets de ces contractions, la suspension ne peut au contraire que les gêner et les contrarier.

Debout, assis, appuyé, couché, dans tous les mouvements avec appareils portatifs il suffit de s'efforcer de placer toujours les bras et les coudes dans le plan transversal des épaules pour être assuré de mettre en jeu les muscles fixateurs de l'épaule et de les raccourcir. En suspension et en appui ceci peut évidemment se faire, mais il faut être déjà arrivé à un certain degré de force pour cela, ce n'est pas le cas de l'enfant, il serait étrange, pour obtenir des réactions horizontales des muscles du dos, de faire agir des résistances verticales, c'est pourtant le cas présent.

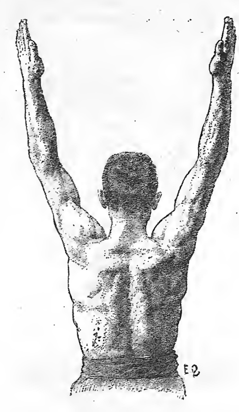


Fig. 126. — Montrant la contraction intense avec raccourcissement de tous les muscles du dos fixateurs de l'omoplate dans l'élévation verticale des bras exécutés dans le plan des épaules (gymnastique suédoise).

Le grand dorsal a un effet important : il abaisse le bras et tire le moignon de l'épaule en arrière. Les suspensions par les mains le sollicitent très vigoureusement, mais il n'est pas seul à produire l'abaissement du bras, les pectoraux sont plus favorablement placés pour le faire, et ils l'emporteront presque toujours sur les grands dorsaux, à moins d'y porter attention et d'en avoir la force.

Tous les enfants faisant une traction de bras sans être surveillés, l'exécuteront toujours les coudes en avant, c'est l'économie de la force qui l'exige.

Il faut un effort considérable de volonté pour faire prédominer la contraction des dorsaux sur les pectoraux ; il faut aussi avoir des muscles assez développés pour produire l'effort voulu.

La suspension, l'appui, toutes les attitudes gymnastiques devront viser à ce résultat important : la fixation de l'épaule, et il y aura toute une échelle de gradation dans les différents mouvements utiles pour cela. Les attitudes de la gymnastique suédoise sont les plus actives et apportent une amélioration rapide dans la conformation de l'épaule. Leur principe est de maintenir des attitudes de départ et de conserver ensuite dans

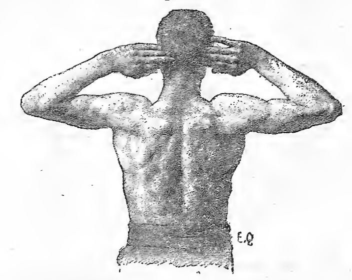


Fig. 127. — Contraction intense avec raccourcissement des muscles fixateurs de l'omoplate dans l'attitude des mains à la nuque, les coudes dans le plan des épaules (gymnastique suédoise sans appareils).

tous les mouvements le coude et les mains dans le plan transversal des épaules (fig. 126 et 127). Le canotage, les oppositions deux à deux, les appareils à ressort ou à contrepoids développeront les rhomboïdes et trapèzes, et rapprocheront les bords spinaux des omoplates.

Les suspensions allongées ou fléchies à l'échelle horizontale ou oblique, aux barres de suspension doubles à écartement fixe au moins égal à celui des épaules, les perches fixes accouplées, rempliront aussi le même but et développeront les grands dorsaux, mais à la condition qu'on soit déjà assez musclé pour y prendre l'attitude convenable et que jamais les pectoraux ne l'emportent sur les grands dorsaux. Ce n'est pas tout : en dehors des mouvements gymnastiques il faut encore conserver dans la

vie ordinaire la bonne attitude du corps, sous peine de perdre tout le résultat de ses efforts. Il faut agir constamment sur le

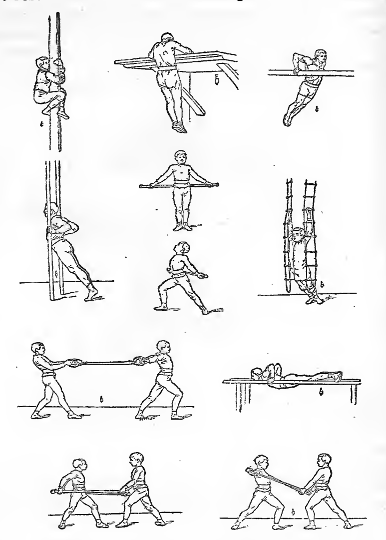


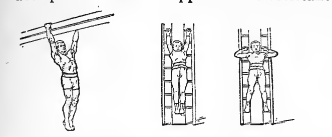
Fig. 128. — Exemples d'exercices classiques dont l'effet sur la fixation de l'épaule est tout à fait illusoire.

Ces mouvements font contracter au contraire les pectoraux et par conséquent, au lieu d'améliorer l'attitude, ne font qu'en aggraver les défauts.

squelette et sur les muscles si l'on veut les modifier et déterminer une harmonie définitive.

Préjugés sur les mouvements ayant un effet apparent sur la

FIXATION DE L'ÉPAULE. — Nous avons indiqué expressément des attitudes et des mouvements où la volonté rectifie la position des épaules ou bien s'oppose à une résistance convenablement





1. Suspension allongée. 2. Echelle orthopédique. 3. Lancer les bras horizontalement.

Fig. 129. — Exercices dont l'action extensive est purement passive.
L'effet réel est de susciter les actions fléchissantes des muscles pectoraux sans améliorer la position de l'épaule, ni localiser la contraction dans les dorsaux utiles au redressement.

dirigée pour mettre en jeu les muscles du dos fixateurs des omoplates. Il faut bien se mettre en garde contre les mouvements ayant un effet apparent et momentané sur la position de l'épaule et ne pas les confondre avec ceux dont l'effet est réel et durable.

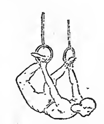
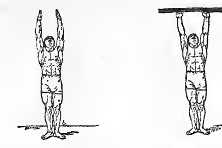


Fig. 130. — Attitude appelée sirène aux anneaux où les muscles du dos fixateurs de l'omoplate sont relâchés.
La contraction est localisée au contraire dans les muscles pectoraux et abdominaux (effet d'extension purement apparent et passif.)

On comprendra aisément que tirer sur l'épaule en arrière pour la mettre en place passivement ne peut produire qu'un effet nul ou mauvais puisque les muscles réagissent alors pour porter l'épaule en avant; la contraction passe dans les pectoraux tandis que les muscles du dos chargés de rapprocher les épaules tombent dans le relâchement. Les figures 128, 129, 130 montrent quelques mouvements à effet apparent sur la position de l'épaule; tirer sur des poignées, s'appuyer sur les mains contre des perches ou sur des barres parallèles, se suspendre à l'échelle dite orthopédique, se servir de bretelles ou de bâtons placés derrière le dos, lancer les bras horizontalement en abduction en arrière et enfin, le plus détestable de tous, se maintenir en suspension par les mains à des anneaux les bras en abduction forcée.

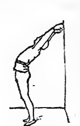
Dans tous ces mouvements la contraction des muscles utiles au rapprochement des épaules est remplacée par l'action du



1. Élévation des bras avec allongement complet.



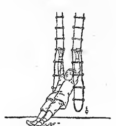
2. Poussée verticale avec effort d'extension.



3. Appui incliné au mur.



6. Mouvement de natation sur le chevalet.



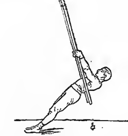
4. Suspension inclinée.



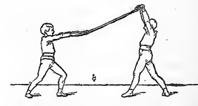
5. Saut cambré.



7. Appui oblique sur le sol face en l'air.



8. Suspension oblique aux perches.



9. Opposition à l'élévation des bras.

Fig. 134. — Montrant une série d'exercices dont l'effet utile sur la fixation de l'épaule est des plus intenses.

poids du corps, celle des bretelles ou des bâtons; les muscles que l'on devrait développer sont relâchés.

Le dernier exercice est antiphysiologique à tous points de vue, ses défauts valent une explication plus complète, sur laquelle nous reviendrons au sujet de l'analyse des mouvements.

§ 5. — *Ampliation thoracique.*

Le mécanisme de l'ampliation thoracique se comprendra sans difficulté si l'on se reporte à ce que nous avons déjà dit à propos

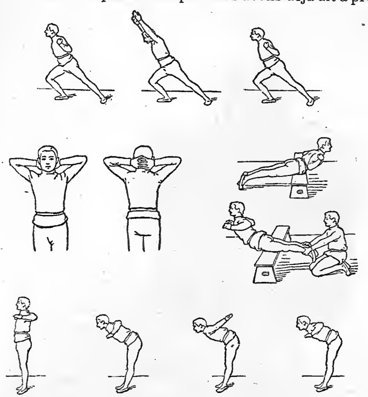


Fig. 132. — Mouvements et attitudes usités dans la gymnastique suédoise ayant un effet des plus marqués sur le redressement et la fixation de l'épaule [1].

des exercices respiratoires (p. 84), de la correction des attitudes vicieuses (p. 109) et si l'on a bien étudié le mécanisme de la fixation de l'épaule dans le chapitre précédent.

Ce qu'il faut entendre par développement de la poitrine. — Il faut d'abord s'entendre sur ce que l'on appelle la poitrine et le développement de la poitrine. La poitrine n'est pas la forme

1. Demeny, *Guide du Maître chargé de l'enseignement des exercices physiques dans les écoles*, Paris, Société d'éditions scientifiques.

extérieure du thorax, c'est la cage thoracique elle-même. Les dimensions extérieures de la poitrine n'ont qu'un intérêt médiocre, et souvent sa forme apparente est loin de donner une idée de sa forme réelle.

L'avantage d'une large poitrine consiste dans une capacité respiratoire considérable, dans le volume et l'aisance des poumons, une place plus grande pour le cœur et les gros vaisseaux : en définitive dans une disposition avantageuse des organes pour l'accomplissement des fonctions respiratoire et circulatoire (fig. 133).

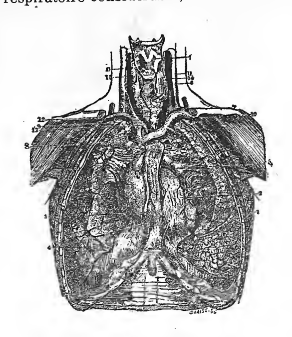


Fig. 133. — Situation et rapports du cœur et du poumon dans le thorax.

1 Poumons; — 2, péricarde renfermant le cœur; — 4, plèvre; — 7, trachée; — 8, veine cave supérieure; — 9, tronc veineux brachio-céphalique; — 13, tronc artériel brachio-céphalique ; — 14 et 15, artères carotides.

Les mesures circonférencielles de la poitrine sont loin de donner une idée des dimensions du thorax, et le ruban métrique ne fournit que des chiffres erronés.

La circonférence extérieure de la poitrine dépend en effet de trois éléments variables : les dimensions de la cage thoracique, la couche musculaire et la couche adipeuse qui la recouvrent.

L'augmentation des muscles de la poitrine ne doit pas être confondue avec l'augmentation de la poitrine. — Souvent à la suite d'un entraînement aux exercices actionnant spécialement les muscles de l'épaule et du bras, le ruban métrique indique une augmentation très rapide de la circonférence bimammaire chez les uns et une diminution chez d'autres. Ce résultat s'ex-

plique très bien. Les augmentés sont les sujets musclés dont les pectoraux et grands dorsaux ont grossi ; les diminués sont les sujets gras chez qui la graisse a fondu.

La circonférence thoracique donne une indication fort complexe : c'est le résultat de l'augmentation de la cage thoracique, augmentée de l'accroissement des muscles et diminuée de la fonte de la graisse (fig. 134).

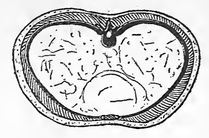


Fig. 134. — Coupe shématique de la poitrine destinée à montrer combien la mesure de la circonférence extérieure indique peu les dimensions vraies du thorax à cause de la présence des couches musculaire et adipeuse.

Si l'on veut avoir les dimensions vraies de la cage thoracique, il faut prendre les diamètres du thorax aux points où l'on peut aborder le squelette sous la peau ; on élimine alors les erreurs

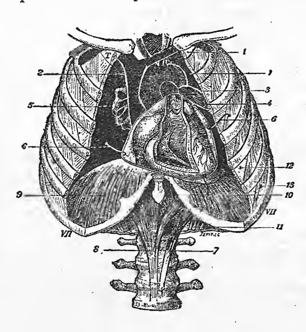


Fig. 135. — Cage thoracique ouverte montrant le cœur (6), reposant sur la voûte du diaphragme (9).

dues à l'épaisseur variable des couches musculaire et adipeuse,

et les variations de l'ampliation thoracique se réduisent à des chiffres bien moindres.

Il n'est pas rare de constater chez des jeunes gens au niveau des mamelons une augmentation de la circonférence de la poitrine allant jusqu'à 7 et 8 centimètres en quelques mois. Les mesures des diamètres de la cage thoracique donnent à peine une augmentation de quelques millimètres, souvent même elle est nulle, et c'est l'amplitude des mouvements respiratoires qui seule a augmenté (Voir le chapitre : *Respiration.*)

S'il y a accroissement rapide de la circonférence thoracique au début de l'entraînement, il faut l'attribuer aux muscles. C'est la joie des jeunes gymnastes de mesurer chaque jour leur poitrine et de gonfler leur pectoraux afin d'y constater une circonférence toujours plus grande. Ces mesures sont illusoires parce qu'elles n'indiquent pas les dimensions du thorax. Un sujet très musclé peut avoir un petit thorax et se trouver dans une situation inférieure pour produire du travail à cause de l'insuffisance respiratoire. Les acrobates spécialisés aux exercices des anneaux sont de véritables monstruosités à ce point de vue. L'hypertrophie de leur système musculaire n'est pas en rapport avec la fonction de l'hématose; c'est une machine à vapeur ayant de gros cylindres et de gros pistons alimentés par une petite chaudière et un foyer trop restreint (fig. 104).

Volume du thorax et capacité respiratoire. — L'obèse, l'emphysémateux ont des poitrines énormes et, pourtant, une respiration insuffisante, parce que leurs mouvements thoraciques sont trop étriqués pour donner la capacité respiratoire et produire une ventilation du poumon en proportion de leur poids.

Nous ne reviendrons pas ici sur la manière d'augmenter la capacité respiratoire; nous avons établi antérieurement la relation entre l'amplitude des mouvements des côtes et du diaphragme avec la quantité d'air inspiré; nous avons suffisamment insisté sur les expériences démonstratives.

Manières d'augmenter le volume de la cage thoracique. — Nous avons maintenant à examiner les influences agissant directement sur l'augmentation du volume de la cage thoracique et sur le mécanisme de cette ampliation.

On peut augmenter les dimensions du thorax par deux moyens : la contraction des muscles inspirateurs seule et les attitudes et les mouvements des bras. La manière la plus certaine d'obtenir le maximum d'effet est de faire agir ces deux causes simultanément.

Les mouvements volontaires de la respiration, la gymnastique respiratoire dilatent le thorax en agissant directement sur le soulèvement des côtes, par l'action des muscles inspirateurs.

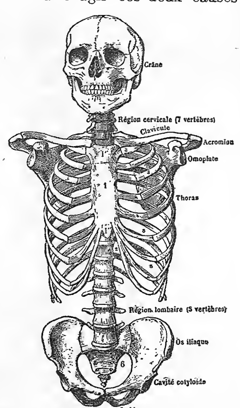


Fig. 136. — Forme normale de la cage thoracique.

La gymnastique des attitudes et des bras procède plus indirectement mais a un effet très marqué sur l'ampliation thoracique. Il y a une relation intime entre les courbures du rachis, la forme du thorax et celle des organes qu'il contient. Le redressement des courbures vertébrales produit nécessairement le soulèvement des côtes ; le léger mouvement d'extension de chaque vertèbre sur la vertèbre voisine entraîne l'anneau costal avec lequel elle s'articule, tend à soulever les côtes et à agrandir le thorax sans que la force musculaire ait besoin d'intervenir (voir p. 119).

Inversement tout affaissement ou exagération des courbures vertébrales s'accompagnent d'un affaissement thoracique partiel ou total. Cela peut se constater facilement dans les mauvaises attitudes où l'on se tient courbé ou les bras serrés sur la poitrine. Je me courbe, en avant, mon vêtement flotte sur ma poitrine ; je me redresse, il me serre. L'affaissement thoracique produit une diminution dans la capacité du thorax, la com-

pression et la gêne des organes qu'il contient. Les mauvaises attitudes sontincompatibles avec la santé ; l'hygiène et la beauté sont inséparables.

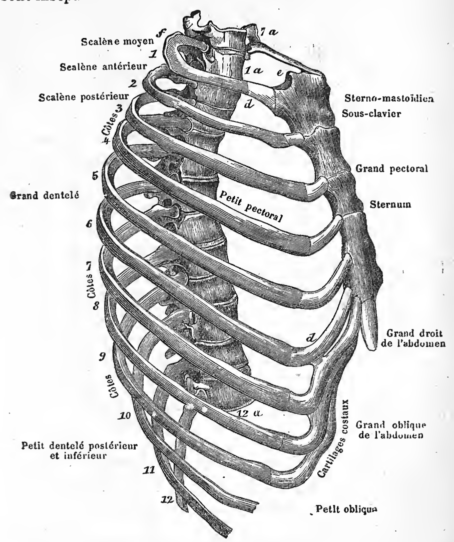


Fig. 137. — Côtes formant les parois de la cage thoracique avec les insertions musculaires.

On peut éviter l'incurvation sénile, c'est une affaire de volonté, il ne faut jamais se laisser aller, mais résister toujours au poids du corps qui vous entraîne. Le poids des ans est une figure poétique ne répondant à rien de réel pour ceux qui ont de bons

muscles dorsaux. On voit des octogénaires droits et des jeunes hommes de trente ans voûtés : la raison n'est pas dans l'âge, mais dans la bonne habitude de se bien tenir et dans les exercices fortifiants.

Action déformante des corsets et vêtements serrés. — Avant de chercher à amplifier la cage thoracique, il faut éviter de la comprimer par des vêtements serrés et de l'affaisser par de mauvais maintiens. Les vêtements serrés, les corsets sont des causes d'affaissement du thorax qui détruisent tout l'effet d'une bonne gymnastique. Ils agissent constamment sur les côtes en les comprimant ; les mouvements correctifs n'agissent qu'un temps limité et d'une façon intermittente.



Fig. 138. — Le corset comprimant la base du thorax et refoulant les viscères abdominaux.

Les tailles fines coûtent cher à la femme. Le thorax rétréci à sa base comprime les poumons, le cœur, l'estomac et le foie. Les mouvements des côtes inférieures, les plus utiles dans la respiration, sont abolis. La pression sur les viscères les déforme. le foie est creusé d'un sillon profond qui froisse la vésicule biliaire ; l'estomac se dilate et se déplace, la grande courbure augmente, et, le pylore n'étant plus au-dessous du cardia, les aliments s'accumulent dans cette poche dilatée et sont la source de fermentations anormales : de là les mauvaises digestions avec production de gaz et douleurs à l'épigastre (fig. 139 et 140).

La pression sur les viscères abdominaux se transmet à l'intestin jusqu'aux organes génito-urinaires, et bien des accidents et des troubles fonctionnels chez la femme n'ont pas d'autre cause.

UTILITÉ DES MOUVEMENTS DES BRAS, DES BONNES ATTITUDES ET DES EXERCICES RESPIRATOIRES POUR L'AMPLIATION DU THORAX. — Nous obtiendrons le plus rapidement l'ampliation thoracique en donnant par des mouvements des bras et des exercices respiratoires une grande mobilité aux articulations des côtes, en évitant les vêtements serrés, les mauvaises attitudes et en nous opposant ainsi que le thorax se solidifie dans la position d'affaissement voisine de l'expiration.

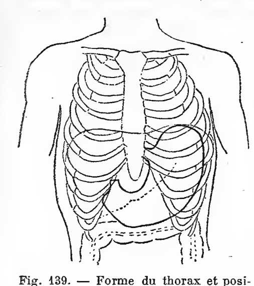


Fig. 139. — Forme du thorax et position de l'estomac avec ses courbures normales chez un sujet ne se comprimant pas l'épigastre au moyen du corset, d'après BOAS (Liedbeck, *Gymnastique suédoise*).

Il faut ramener la moyenne des oscillations des mouvements thoraciques à un maximum tel que l'on respire plus amplement et avec plus d'air dans la poitrine.

Toutes les attitudes où la colonne vertébrale est rectifiée et l'épaule portée en arrière sont favorables à la dilatation thoracique, et l'on peut les distinguer en attitudes actives et attitudes passives.

L'effet produit est purement mécanique, il dépend de l'augmentation des diamètres par le soulèvement des côtes.

Les attitudes actives consistent dans la rectification du rachis et l'effacement de l'épaule par les contractions musculaires. Les attitudes passives sont celles où l'extension est produite par l'effet de la pesanteur du corps ou une traction quelconque pour allonger la colonne vertébrale, telle la suspension par les mains.

Les muscles grands dorsaux ayant leurs insertions fixes au bassin et à la région lombaire produisent l'abduction du bras en arrière, l'effacement de l'épaule et l'extension de la colonne vertébrale.

Les trapèzes et rhomboïdes qui rapprochent les bords spinaux des omoplates concourent au même but et corrigent l'abaisse-

ment en masse de l'épaule produit par les grands dorsaux.

Les mouvements des bras sont produits ordinairement par les muscles qui prennent leur point fixe sur le tronc, mais on peut intervertir les points fixes, fixer les bras, faire agir quelques-uns de ces muscles sur le thorax et soulever ainsi les côtes.

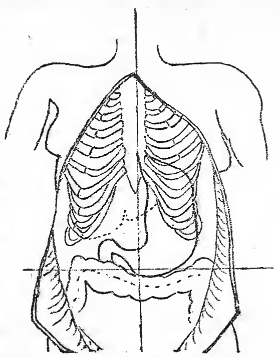


Fig. 140. — Déformations du thorax et de l'estomac avec ses courbures anormales chez la femme serrée par le corset, d'après CHAPOTOT.

On voit l'estomac vertical et le pylore abaissé (Liedbeck, *Gymnastique suédoise* [1]).

MOUVEMENTS SPÉCIAUX. — La fixation de l'épaule en arrière produit déjà manifestement la dilatation thoracique (fig. 123).

A plus forte raison cet effet augmente avec les attitudes où les points d'insertion des muscles se trouvent rejetés en arrière ou en haut, ce qui leur permet d'agir plus efficacement sur l'élévation des côtes en rendant leur action plus normale au plan de celles-ci.

Ainsi l'écartement horizontal des bras dilate le thorax; la rotation des bras en dehors accompagnée d'un mouvement de supination énergique de l'avant-bras augmente cette dilatation, à la condition d'étendre en même temps le rachis. La rotation du bras en dehors produit l'enroulement du tendon du pectoral autour de l'humérus si l'épaule est fixée en arrière, les faisceaux du petit et grand pectoral peuvent agir sur les côtes.

L'abduction modérée du bras en arrière peut avoir un peu

1. Traduction du Dr Jentzer; Paris, Delagrave.

d'effet sur la dilatation thoracique, mais dans certaines limites seulement. On ne peut normalement porter le bras à plus de 40° en arrière; le mouvement d'abduction dans un plan parallèle au plan médian est limité par la structure même de l'articulation de l'épaule; l'humérus vient buter en arrière et en haut contre l'acromion, en avant contre l'apophyse coracoïde.

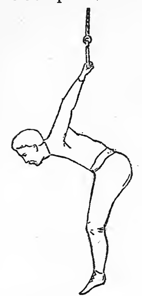


Fig. 141. — Attitude de suspension renversée produisant l'abduction forcée du bras en arrière avec relâchement des muscles du dos et localisant la contraction dans les pectoraux (défectueuse à tous points de vue.)

Si, au moyen d'une traction sur le bras, l'on cherche à augmenter l'amplitude de cette abduction, on n'y peut parvenir sans séparer l'omoplate du thorax de manière à ce que son angle inférieur fasse saillie sous la peau. Dans la suspension renversée à des anneaux, l'abduction du bras en arrière peut dépasser 90° (fig. 141), c'est-à-dire plus du double de la valeur normale; les muscles pectoraux ont leurs points d'insertion rejetés en arrière, il est vrai, mais le poids du corps tout entier agit sur l'articulation du bras pour la disloquer et les muscles se contractent fortement pour éviter une luxation. Les muscles pectoraux agissent alors à la manière d'une sangle sur laquelle reposerait la poitrine. Nous n'insisterons pas sur les inconvénients de cette pénible attitude et nous nous contenterons de faire remarquer que le thorax n'est nullement dilaté, ni la colonne vertébrale étendue. Il en est de même à un moindre degré dans l'appui fléchi sur deux barres parallèles (fig. 128).

L'élévation verticale des bras en rejetant les insertions des muscles inspirateurs vers la partie supérieure offre une attitude éminemment favorable à la dilatation thoracique. La suspension par les mains, les bras allongés à des barres ayant au moins l'écartement des épaules, donne un résultat encore plus satisfaisant à la condition toutefois de rester passif et de laisser le poids du corps produire l'extension forcée du rachis. Dans

cette suspension l'action des fléchisseurs des doigts est seule indispensable, le rachis est étendu passivement, le bras est en élévation complète, l'omoplate bascule, elle est élevée en masse; les points d'insertion humérale du grand pectoral, ceux du petit pectoral à l'apophyse coracoïde, ceux du grand dentelé à l'angle inférieur et au bord spinal de l'omoplate se trouvent rejetés en haut.

Le tronc est suspendu par les muscles et ligaments qui relient le bras l'omoplate et la clavicule au thorax; de là soulèvement maximum des côtes (fig. 121).

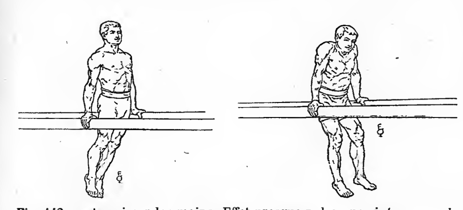


Fig. 142. — Appui sur les mains. Effet presque nul ou peu intense sur la fixation de l'épaule.

On peut en observant la position de l'acromion se rendre compte de la position de l'omoplate dans cette attitude. En mesurant les distances de l'acromion aux extrémités du sternum et en projetant les angles inférieur et supérieur de l'omoplate sur la ligne verticale, on constate (fig. 143) que la distance de l'acromion à la fourchette sternale reste invariable et égale à la longueur de la clavicule, l'angle supérieur interne de l'omoplate reste sensiblement fixe, tandis que la distance séparant les angles inférieurs augmente considérablement en passant de la station les bras élevés à la suspension allongée. On se rend ainsi compte de la nouvelle direction des muscles et du mécanisme de la dilatation thoracique dans l'attitude droite et dans la suspension par les mains.

Le poids du corps agit pour soulever les côtes avec force et si l'on charge les pieds de poids additionnels, la dilatation thora-

cique devient si grande que le thorax est dans son maximum d'inspiration; les mouvements des côtes sont réduits à presque rien et la respiration est totalement diaphragmatique.

Si les bras ne sont pas bien allongés et les mains bien écartées, l'effet n'est plus le même ; la suspension fléchie et la suspension à une corde les mains réunies avec contraction des fléchis-

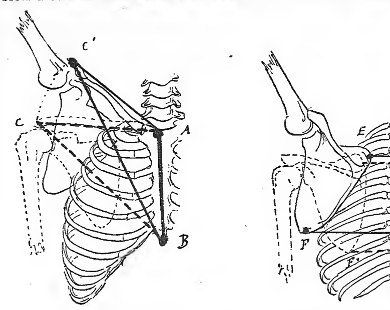


Fig. 143. — Détermination de la position de l'omoplate dans l'élévation du bras.

AB, sternum ; — AC, AC' positions de la clavicule ; — C/C' position de l'acromion ; FH, F/H' distances de l'angle inférieur de l'omoplate à la ligne médiane ; on voit que le mouvement de bascule se fait autour de l'angle supérieur E qui reste presque fixe.

seurs provoquent l'affaissement thoracique parce que les efforts musculaires entraînent la flexion de la colonne vertébrale.

L'appui tendu a peu d'effet sur la dilatation du thorax. Le tronc repose sur la voûte acromio-caracoïdienne, mais les points d'insertion des muscles qui peuvent élever les côtes ne sont rejetés ni en arrière ni en haut, la position de l'omoplate importe peu pour l'équilibre, on peut tenir aussi bien debout sur les barres les épaules portées en avant ou en haut (fig. 142).

Or la dilatation thoracique dépend justement de la fixation de l'épaule en arrière par les grands dorsaux trapèzes et rhomboïdes. Il est facile de comprendre que l'appui ne nécessite pas

ces contractions, il faut apporter une attention particulière à l'exercice et surveiller l'attitude pour éviter le mauvais effet qu'il peut produire; encore doit-on avoir acquis préalablement la force nécessaire.

La différence de l'appui et de la suspension est très importante à signaler à ce point de vue. En suspension allongée il y a toujours dilatation thoracique; en appui, cela dépendra de l'attitude observée.

La course ne peut être conseillée comme moyen exclusif d'ampliation thoracique. — En résumé nous avons vu ce qu'il

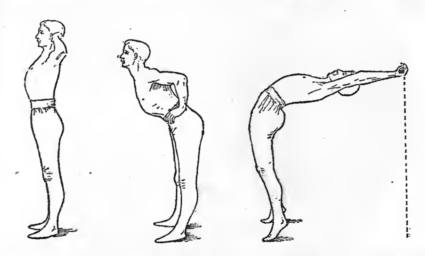


Fig. 144. — Attitudes de la gymnastique suédoise favorables à l'ampliation thoracique.

faut penser d'une méthode n'admettant que la course comme moyen d'amplifier le thorax.

On obtient certainement cette ampliation par l'essouflement et les grandes inspirations, mais ces exercices sont trop violents pour être fréquemment répétés surtout chez l'enfant et chez l'homme mûr.

On peut améliorer le mécanisme respiratoire en produisant l'ampliation de la cage thoracique indépendamment des échanges respiratoires, surtout sans surmener le cœur.

On peut lutter efficacement contre l'affaissement des côtes en évitant de porter des vêtements serrés, des corsets, des cein-

tures non élastiques qui dépriment la circonférence inférieure du thorax et s'opposent directement à l'amplitude des mouvements des côtes.

Il faut éviter les attitudes debout ou assises où les courbures dorsale et lombaire sont exagérées; fixer l'omoplate en arrière, le tronc en extension par la prédominance donnée dans tous les exercices musculaires à l'action des muscles rhomboïdes et grands dorsaux sur l'action des pectoraux, leurs antagonistes au point de vue de la position du moignon de l'épaule ; maintenir fréquemment dans la leçon de gymnastique scolaire les attitudes où les bras sont portés en abduction modérée en arrière, en rotation en dehors, en abduction latérale horizontale et surtout en élévation. Les mouvements de bras se feront, les coudes dans le plan transversal des épaules et, pour aider encore à la dilatation thoracique, il sera avantageux d'effectuer à l'instant convenable de profondes inspirations coïncidant avec l'élévation des bras ou avec des circumductions lentes.

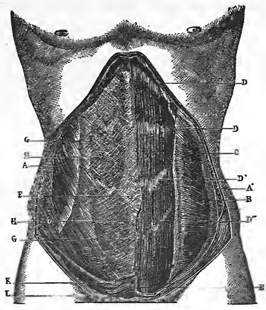


Fig 145. — Parois abdominales antérieures.

A, A', muscle grand oblique; — B, petit oblique; — C, grand droit; — E, pyramidal; — F, anneau ombilical; — G, G, ligne blanche.

L'effet de ces mouvements pourra être porté au maximum, soit volontairement, soit passivement, avec l'aide d'un opposant. La suspension allongée par les mains sera avant tout recommandée, à l'exclusion de la suspension fléchie et du grimper à une corde les mains réunies. Ces exercices doivent être évités dans le jeune âge.

Les appareils de suspension tirent leur valeur de l'écartement qu'ils exigent des mains.

Les barres parallèles de suspension et l'échelle horizontale

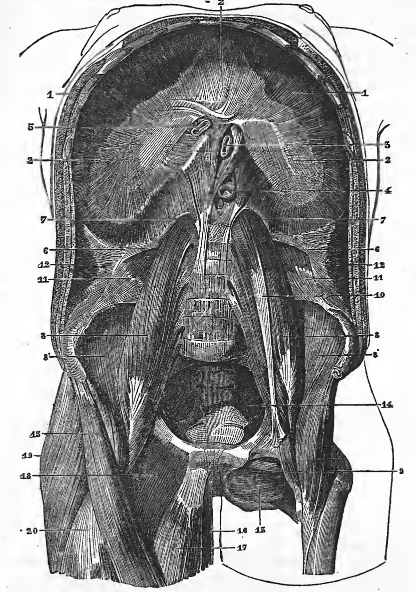


Fig. 146. — Paroi abdominale ouverte montrant les muscles internes du tronc.

1,1, diaphragme ; — 8,8' psoas iliaque ; — 13, obturateur externe; 14, pyramidal.

remplissent toutes les conditions désirables pour les progressions à bras allongés.

Les exercices d'appui, au contraire, n'auront pas la durée des exercices de suspension; leur effet est indifférent sur la dilatation thoracique, le résultat obtenu dépend de leur exécution, ils peuvent être la cause d'attitudes nuisibles si le sujet n'est pas assez musclé.

La suspension renversée et l'appui fléchi sont des attitudes où le bras est porté en abduction forcée et anormale. Elles n'ont aucun avantage sur la dilatation thoracique; de plus, elles fatiguent et disloquent l'articulation de l'épaule.

La pratique soutenue des mouvements gymnastiques choisis, les attitudes d'extension maintenues pendant les exercices amènent des modifications durables dans la conformation du thorax, à la condition que, dans la vie ordinaire, on ne reprenne pas d'attitudes vicieuses et que l'on ait soin de donner aux extensions toute l'amplitude possible. Développer la poitrine, ce n'est pas développer les muscles pectoraux; les muscles qui contribuent le plus à l'ampliation thoracique ne sont pas sur la poitrine mais au contraire, dans le dos, ce sont ces derniers qui sont trop faibles et qu'il faut fortifier.

§ 6. — *Solidité des parois abdominales.*

Cavité abdominale. — L'abdomen n'est pas comme le thorax limité par une cage osseuse, son volume n'est pas aussi fixe,

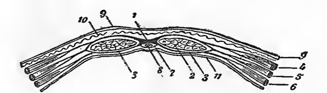


Fig. 147. — Coupe horizontale de la paroi abdominale antérieure.

1, ligne blanche; — 2, grand droit; — 4, grand oblique; — 5, petit oblique; — 6, transverse; — 9, peau; — 10, tissu cellulaire; — 11, péritoine.

toutes ses parois ne présentent pas la même résistance. Les parois postérieure et inférieure sont solides, elles sont constituées par le bassin et la colonne vertébrale. Les parois latérales et antérieure formées des parties molles doivent leur

résistance à l'état des téguments et surtout à la tonicité des muscles abdominaux.

Le diaphragme forme la cloison supérieure qui sépare le thorax de la cavité abdominale ; sa contraction produit une action inspiratrice, son relâchement l'action inverse. Toute pression exercée sur les parois de l'abdomen se transmet dans le thorax par les viscères abdominaux et le diaphragme.

Rôle des muscles abdominaux. — Les muscles des parois abdominales (grand droit, grand et petit obliques, transverse) agissent ainsi dans les fortes expirations, dans la toux, le cri, l'effort, la défécation et même l'accouchement (fig. 145) en comprimant les viscères et en les refoulant dans le thorax.

Distension des parois de l'abdomen. — Dans la station droite le bassin supporte une partie du poids des intestins, mais ce poids tend à distendre les parois abdominales en bas, en avant et de côté ; les muscles de l'abdomen ont un rôle actif pour s'y opposer, et les parois finissent par céder à la pression intestinale si elles ne sont pas renforcées par une solide ceinture de muscles. Alors les viscères n'étant plus maintenus débordent hors de leur cavité, et le ventre prend un volume exagéré (fig. 149).

Le développement anormal du ventre présente de grands inconvénients : les mouvements respiratoires sont gênés, la circulation est difficile dans des organes hypertrophiés ou empâtés de graisse. Un gros ventre, c'est une charge inutile à porter, c'est une forme de laideur bien repoussante.

La distension des parois abdominales est une condition favorable aux accidents herniaires, les points faibles cèdent ainsi à la pression de l'intestin et lui donnent issue, soit dans le canal crural, soit dans les anneaux inguinal et ombilical. Une ceinture serrée, loin de diminuer cette chance d'accidents, augmente encore la pression dans l'abdomen sans accroître la solidité des parois et sans fermer les orifices de sortie (fig. 150). Les bouchers, les boulangers, les lutteurs, tous ceux qui font constamment des efforts, sont affligés d'hernies.

Les obèses à abdomen volumineux ont leur centre de gravité déplacé en avant; ils doivent, pour soulager leurs muscles

extenseurs de la colonne vertébrale, se pencher en arrière

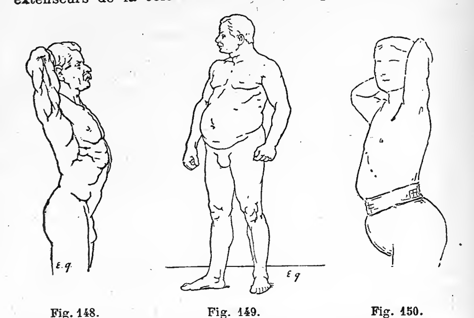


Fig. 148. Fig. 149. Fig. 150.

Fig. 148. — Sujet présentant l'abdomen rentrant par la tonicité des parois du ventre.

Fig. 149. — Sujet à abdomen saillant, obésité et relâchement des parois du ventre.

Fig. 150. — Effet de la ceinture sur la compression de l'abdomen ; refoulement des viscères vers la partie inférieure du ventre.

comme la femme grosse, ou l'homme portant un fardeau devant lui.

Ensellure produite par la faiblesse des muscles de l'abdomen. — Cette attitude ne tarde pas à augmenter la courbure lombaire et à produire l'ensellure avec tous ses inconvénients. Le bassin est alors penché en avant, la distance entre l'appendice xiphoïde et le pubis est augmentée (fig. 86), et les muscles distendus ne retiennent plus suffisamment les viscères.

Les muscles abdominaux sont fléchisseurs de la colonne vertébrale; s'ils sont atrophiés, ils ne peuvent contrebalancer l'action des extenseurs, et l'équilibre du tronc est compromis. Le sujet présentant l'atrophie des muscles de l'abdomen ne peut plus rejeter le tronc en arrière comme dans l'atrophie des spi-

naux lombaires, il est obligé de trouver une attitude d'équilibre spéciale, le tronc reste vertical, la courbure lombaire est exagérée pour soulager les extenseurs du rachis ; un fil à plomb suspendu à la nuque touche les fessiers (fig. 151).

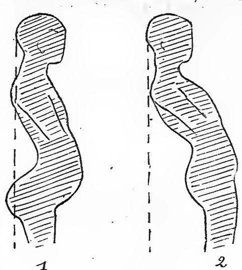


Fig. 151. — Deux types d'ensellure correspondant : 1, à l'atrophie des muscles des parois abdominales ; 2, à l'atrophie des muscles extenseurs du rachis. L'attitude penchée en arrière est caractéristique (Duchenne de Boulogne).

Fréquence de l'atrophie des muscles de l'abdomen. — Les sujets ne faisant pas d'exercice musculaire d'une façon suivie ou méthodique ont les muscles de l'abdomen généralement atrophiés. Dans la vie sédentaire la fonction de ceux-ci est très restreinte, ils se contractent peu énergiquement et l'étendue de leur raccourcissement si utile pour la nutrition de toute la fibre charnue est réduite à un degré extrême.

Le poids du corps remplace leur action dans les mouvements de flexion du tronc peu énergiques, surtout lorsqu'on se penche en avant ou de côté, et il est rare de les contracter fortement en dehors des exercices gymnastiques. On a vu des vieillards mourir asphyxiés parce qu'ils n'avaient pas la force de cracher les mucosités encombrant leurs bronches, il leur manquait des muscles de l'abdomen. Les constipations opiniâtres sont certainement aggravées par la faiblesse des parois du ventre.

Mouvements propres a développer les muscles de l'abdomen. — L'atrophie des muscles de l'abdomen cause des inconvénients assez sérieux pour qu'il y ait grand intérêt à développer ceux-ci et à en conserver l'intégrité. Il faut pour cela les exercer par des mouvements et attitudes spéciales. Ils consistent à fixer le tronc et à mouvoir les jambes ou à fixer les jambes et à mou-

voir le tronc dans des attitudes plus ou moins inclinées (fig. 152 et 153).

Dans ces mouvements divers les fléchisseurs de la cuisse sur le tronc sont en réalité les muscles psoas-iliaques; les muscles

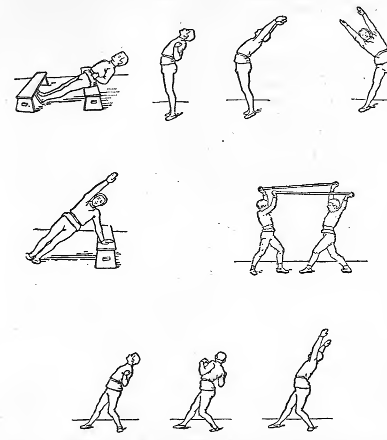


Fig. 152. — Exercices spéciaux pour susciter la contraction des muscles des parois abdominales. Mouvements de flexion et d'extension du rachis avec résistance du poids du corps. Mouvements latéraux et torsions du tronc.

de l'abdomen ont pour fonction de fixer le bassin et de solidifier le tronc, ils empêchent la courbure lombaire de s'exagérer en rapprochant le pubis du sternum. Les muscles de l'abdomen forment un lacis serré de fibres verticales et obliques. Les faisceaux du grand droit ont une action fléchissante directe, les obliques en se contractant isolément produisent une flexion accompagnée de torsion.

Toutes ces actions fléchissantes sont antagonistes des extenseurs, et la colonne vertébrale prend une courbure résultant de ces deux forces opposées (fig. 156).

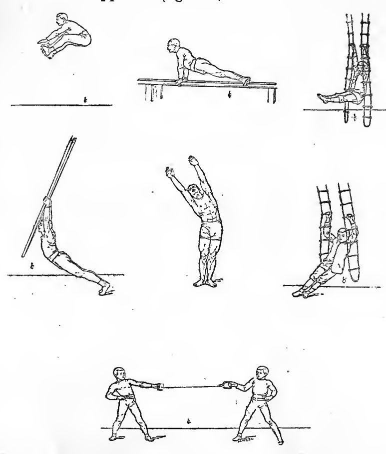


Fig. 153. — Différents mouvements où les muscles de l'abdomen sont fortement contractés.

Dans l'effort tous les muscles de l'abdomen se contractent et se tendent fortement en refoulant les viscères abdominaux.

Les mouvements de flexion de la colonne vertébrale, de flexion latérale et de torsion ne doivent pas être confondus avec les mouvements se passant dans les articulations de la hanche ou du pied. Pour les bien exécuter, il faut fixer le bassin en prenant des positions fendues ou assises, se servir du poids du tronc ou des jambes comme résistance à vaincre, ou avoir recours à un opposant.

Certains mouvements sont plus favorables que d'autres pour



Fig. 154. — Moyen de donner à la flexion latérale du tronc une énergie considérable en s'accrochant à un obstacle fixe avec le pied (gymnastique suédoise).

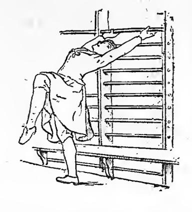
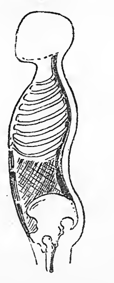


Fig. 155. — Extension du tronc et flexion de la cuisse, mouvement propre à contracter les muscles de l'abdomen (espalier suédois).

le raccourcissement des muscles du ventre. Ce sont les mouve-



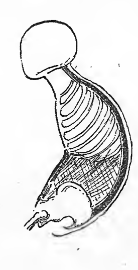


Fig. 156. — Destinée à montrer l'effet isolé de la contraction des muscles abdominaux sur le tronc.

On voit la distance AB qui sépare le pubis de la pointe du sternum diminuer, devenir A'B' et entraîner la flexion de la région lombaire avec effacememt complet de la cambrure.

ments de flexion complète et active du tronc. Les extensions,

le corps rejeté en arrière, allongent au contraire les muscles contractés[1]. Ces derniers mouvements sont plus pénibles, les psoas-iliaques étant dans une direction peu favorable à leur puissance. On voit quelquefois les muscles de l'abdomen être le siège de soubresauts dans les contractions trop violentes.

Il faudra observer une gradation bien douce dans l'intensité des efforts souvent très énergiques suscités par ces attitudes inclinées. Nous nous occuperons de cette gradation dans la partie pédagogique qui sera la suite de cet ouvrage.

La lutte produit des effets très intenses, mais moins bien déterminés.

Les statues antiques représentant des athlètes nous montrent chez eux un développement énorme des obliques ; ces muscles forment un bourrelet dépassant les crêtes iliaques. Cette conformation de l'abdomen a presque disparu de nos jours avec les exercices qui en étaient certainement la cause (fig. 63).

1. Effet différent de l'attitude jambe tendue en arrière ou jambe fléchie dans une fente en arrière sur la position du bassin et la courbure lombaire et l'allongement des muscles de l'abdomen. Le bassin étant fixé

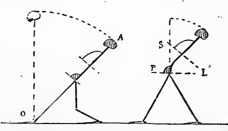


fig. 2, on voit que pour une même inclinaison du corps OA la distance du pubis au sternum PS a augmenté avec la courbure lombaire suivant l'angle PLS.

CHAPITRE III

PERFECTIONNEMENT DE LA VIE DE RELATION
CONDITIONS ÉCONOMIQUES DE L'EXERCICE

§ 1er. — *Éducation des centres nerveux; coordination des mouvements.*

Actes réflexes et actes volontaires. — L'effet de l'exercice n'est pas restreint aux seules fonctions de la vie animale, il retentit sur le moral de l'homme, sur l'activité des centres nerveux et sur les fonctions les plus élevées du cerveau.

La manifestation la plus tangible du perfectionnement des centres nerveux consiste dans la coordination des mouvements volontaires. Nous savons combien l'éducation amène d'ordre et d'économie dans notre dépense de force et d'énergie ; nous arrivons par l'habitude à produire plus de travail et un travail plus parfait avec moins de fatigue.

L'affinement des centres nerveux ne s'acquiert que par l'exercice; mais ici ce n'est pas, comme pour l'effet hygiénique, la dose ou quantité de travail qui importe, mais la manière et la perfection d'exécution des mouvements.

Le rôle du système nerveux dans l'adresse, la souplesse, est absolument prépondérant ; les muscles n'ont rien à voir dans la coordination, ce sont les esclaves de la volonté, ils obéissent aux ordres émanés des centres nerveux. La raideur, c'est de la force mal employée, mais il y a réciprocité; les centres nerveux subissent l'influence du mouvement et s'organisent dans le sens habituel. Pour concevoir cette relation et arriver à comprendre les actes musculaires les plus compliqués, il faut partir de l'acte simple, l'acte réflexe qui domine tout phénomène

nerveux. L'acte réflexe est inconscient, un groupe de cellules ou d'éléments nerveux transforme en mouvement une excitation extérieure transmise par les nerfs sensibles (fig. 161).

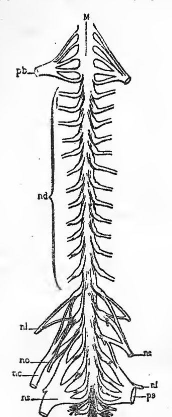


Fig. 157. — Nerfs rachidiens.
M, moelle épinière; — *pb*, plexus brachial; *nd*, nerfs dorsaux; — *nl*, *no*, *nc*, plexus lombaire; — *nf*, *ps*, *ns*, plexus sacré.

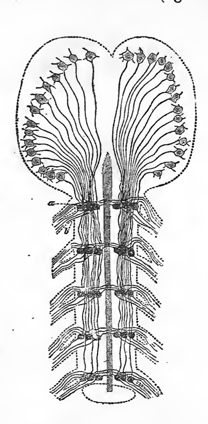


Fig. 158. — Trajet des fibres dans la moelle épinière (schéma, d'après LEYDIG).

Tels sont les actes de défense automatique de l'organisme, dans lesquels l'intervention consciente du cerveau n'a rien à voir.

Partout où il y a des organes délicats à préserver, la sensibilité est là pour prévenir le danger, et l'acte réflexe pour produire le mouvement de défense. On porte la main à la tête pour parer un coup menaçant, on ferme les paupières pour la moindre poussière pénétrant dans l'œil; le chatouillement des narines et de l'arrière-gorge produisent l'éternuement et le vomisse-

ment. Ce sont là des mouvements réflexes simples. Mosso compare les centres réflexes au portier qui tire le cordon en entendant la sonnette du visiteur; le visiteur joue ici le rôle de l'excitation extérieure. L'acte réflexe peut être plus compliqué, une excitation peut se transmettre à plusieurs cellules nerveuses, s'y transformer et se distribuer ensuite à plusieurs muscles; de là un mouvement plus compliqué, mais qui ne demande toujours pas le concours de la volonté.

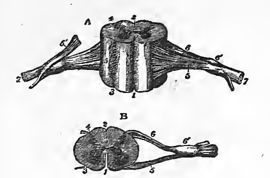


Fig. 159. — Coupes transversales de la moelle épinière (QUAIN).

5, racines antérieures des nerfs rachidiens; 6, racine postérieure.

A côté de ces réflexes innés on en peut citer d'autres créés par l'habitude et devenus cependant absolument automatiques. Lorsque nous rencontrons une personne connue, sans réfléchir nous portons la main à notre chapeau, tant l'acte de saluer nous est devenu familier; on pourrait citer nombre de faits de ce genre devenus une habitude de politesse quotidienne. Avant de se mettre au lit l'acte de la miction est quelquefois une nécessité impérieuse même si la vessie est vide; bien des actes suggestifs sont ainsi devenus des réflexes automatiques.

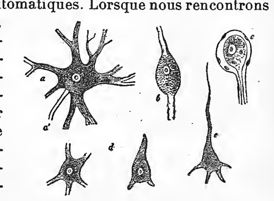


Fig. 160. — Cellules nerveuses.

a, cellule étoilée; — *b*. cellule bipolaire; — *d*, cellule multipolaire; — *e*, cellule pyramidale de l'écorce grise du cerveau.

La matière nerveuse possède les propriétés les plus étonnantes; elle peut accumuler les sensations reçues et les restituer plus tard transformées sous toutes formes, en sensations, en idées, en mouvements. Les centres cérébraux présentent cette

qualité au plus haut degré, ils sont capables d'agir spontanément, volontairement, sans qu'il soit besoin de l'acte sensitif immédiat. Cependant la volonté n'est pas en réalité un acte spontané, elle peut être assimilée à un acte réflexe à longue échéance, l'énergie volontaire trouve ainsi sa source dans toutes les sensations et impressions antérieures.

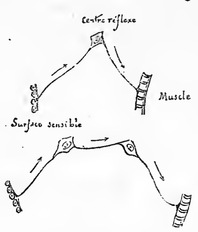


Fig. 161. — Shéma d'un acte réflexe simple.

Une excitation d'une surface sensible est transmise à un centre réflexe qui la transmet à un muscle et la transforme en mouvement.

L'excitation volontaire se transmet le long des nerfs moteurs aux muscles chargés d'exécuter l'ordre du cerveau. Cet ordre est complexe ; au début, il est imparfait ; il se répand confusément dans le réseau des conducteurs nerveux, suscite la contraction d'une foule de muscles inutiles au mouvement voulu. La volonté intervient alors sous la forme de l'attention pour rétablir l'ordre, arrêter la confusion et corriger les fautes des mouvements au fur et à mesure que nous les exécutons.

Action inhibitrice de la volonté. — La volonté possède un double rôle : elle contracte les muscles ou les empêche de se contracter. Cette seconde action inhibitrice s'exerce sans cesse, elle neutralise les actions réflexes et intervient pour produire de nouvelles associations dans les contractions musculaires. L'acte volontaire simple est assimilable à une décharge électrique dans un réseau de fils conducteurs. Suivant l'intensité de cette décharge l'excitation se répand dans une région plus ou moins étendue, dans un nombre plus ou moins grand de muscles (fig. 162).

Au début des exercices les mouvements sont désordonnés. Si l'on fait un effort considérable, tous les muscles entrent en contraction. En élevant un poids lourd du bras droit, la main gauche se crispe, la face se contracte, la respiration s'arrête ;

si l'on se suspend par les mains, les membres inférieurs se raidissent jusqu'aux orteils.

Il n'y a pas encore de coordination établie, il y a diffusion dans la répartition de l'ordre ou de l'excitation centrale, et la confusion est d'autant plus grande que la volonté a moins d'action. Dans les excitations morales violentes, dans la colère, les contractions et les mouvements deviennent incohérents. La volonté peut dominer et réglementer ce désordre, elle dirige l'excitation dans les muscles et supprime les contractions inutiles.

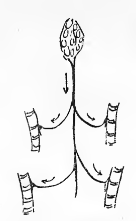


Fig. 162. — Schéma de la diffusion d'une excitation volontaire dans les muscles sans coordination.

Vitesse de propagation. — La volonté met un temps appréciable pour se transmettre aux muscles ; je veux mouvoir mon doigt, mon doigt obéit, mais il y a toujours un retard entre l'ordre que je lui envoie et le commencement du mouvement. Ce retard mesure la vitesse de la volonté le long des conducteurs nerveux, il est la cause d'erreurs personnelles appréciables dans certains actes rapides comme le tir, la riposte en escrime, dans les signaux astronomiques ; il varie avec les individus et chez le même individu suivant la fatigue.

Complexité des actes musculaires. — L'excitation volontaire se répartit dans un groupe de muscles, la contraction isolée d'un muscle n'est pas normale, les contractures, les crampes indiquent des désordres dans les centres nerveux. Les actes musculaires sont nécessairement complexes, et un mouvement pour être bien maîtrisé nécessite le concours d'un groupe synergique de muscles.

Groupe de muscles synergiques. — Voici comment se fait le perfectionnement dans la coordination. Les contractions se réduisent exclusivement aux muscles utiles au mouvement et ces muscles sont chargés chacun d'une fonction mécanique

particulière Les muscles *spéciaux* produisent le mouvement: dans une flexion ce seront les fléchisseurs ; mais la flexion, bien déterminée dans le cas d'une articulation en charnière comme le coude, serait confuse pour une articulation permettant la circumduction comme la hanche ou l'épaule ; il faut alors, pour assurer la direction et la précision du mouvement, le concours de muscles chargés de guider les os et de corriger leurs écarts, ce sont les muscles *directeurs* du mouvement.

Dans la flexion de la cuisse sur le bassin, le psoas-iliaque est l'agent principal du mouvement, mais, s'il se contractait seul, la flexion de la cuisse serait accompagnée d'un mouvement de rotation en dehors, il faut le concours des rotateurs en dedans ou des fléchisseurs rotateurs pour produire le mouvement direct de flexion.

Les muscles moteurs spéciaux et directeurs doivent s'attacher sur le squelette en des points solides pour que leur contraction se transmette intégralement aux segments à mouvoir. Les parties du squelette ne présentent presque jamais cette solidité, les muscles *fixateurs* la complètent et servent à fixer les points d'insertion des autres muscles.

Le deltoïde élève le bras horizontalement, mais il prend ses points fixes d'insertion sur l'omoplate ; il faut le concours du grand dentelé pour fixer celle-ci contre le thorax et l'empêcher de basculer sous l'action du poids du bras.

La flexion de la tête, le corps étant couché horizontalement, exige la fixation du sternum par les grands droits de l'abdomen et le maintien du bassin, de la cuisse et de la jambe dans la rectitude.

Enfin les muscles moteurs produiraient des mouvements accélérés et saccadés s'ils n'étaient contrebalancés constamment par leurs antagonistes qui jouent alors un rôle de *modérateurs*. Dans la flexion de l'avant-bras faite avec lenteur, la contraction des extenseurs est indispensable à la régularité du mouvement ; si leur concours vient à manquer, la flexion sera saccadée, brusque et discontinue.

Dans la marche nous exécutons des mouvements harmonieux des bras et des jambes, tous ces mouvements ont leur raison mécanique ; ils sont nécessaires pour assurer l'équilibre et diminuer l'effort total.

Influence de l'habitude sur la réduction des contractions — L'éducation et l'habitude réduisent en définitive le nombre des contractions musculaires ; il subsiste seulement celles :

Des muscles spéciaux moteurs du mouvement ;

Des muscles directeurs assurant la direction du mouvement ;

Des muscles fixateurs immobilisant les points où les muscles moteurs prennent leurs insertions ;

Des modérateurs ou régulateurs cédant pas à pas aux muscles moteurs ;

Enfin des muscles chargés de rétablir l'équilibre rompu par le déplacement du centre de gravité du corps, dans un mouvement ou une allure quelconque.

Ces muscles nombreux, agissant toujours de concert, constituent des groupes déterminés appelés synergiques ; leur action harmonieuse constitue la synergie musculaire, sur laquelle nous aurons à revenir.

Voyons comment cette complication apparente peut se simplifier par suite du perfectionnement des centres nerveux.

La confusion des contractions que l'on observe chez l'enfant, l'apprenti et le jeune gymnaste inexpérimenté cède à l'éducation ; la volonté et l'attention interviennent pour diriger l'excitation émanée des centres nerveux et la répartir dans les muscles utiles, en nombre restreint, nommés ci-dessus.

Automatisme. — Par la répétition fréquente, le secours de l'attention n'est plus indispensable, et les mouvements difficiles finissent par s'effectuer inconsciemment, presque automatiquement.

L'excitation nerveuse, suivant toujours la même voie, finit par s'y créer un chemin facile, il se forme à la longue des associations de cellules nerveuses entrant en jeu simultanément sous l'action de la volonté. L'excitation centrale trouve en chemin des groupes de cellules associées et, sans le secours de l'attention nécessaire au début, elle se rend par les nerfs spéciaux aux muscles qui se contractent synergiquement (fig. 163). Ce groupement ou association synergique peut se compliquer, et l'on conçoit avec autant de facilité un groupe de cellules commandées par un centre et même une association de plusieurs centres secondaires, de sorte qu'une excitation émanant du

cerveau se distribue à un très grand nombre de muscles déterminés et ne se répartit qu'aux muscles associés synergiquement.

La grenouille et le canard décapités exécutant leurs mouvements de défense et de vol sans le secours de la volonté sont des

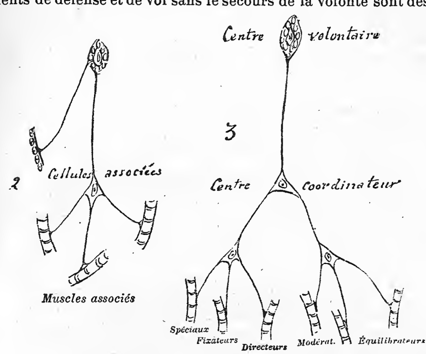


Fig. 163. — Schéma du rôle des centres coordinateurs.

2. Association de cellules nerveuses correspondant à une association de contractions musculaires ; — 3. Muscles synergiques commandés par deux centres coordinateurs sous la dépendance d'un seul chargé de diriger l'excitation volontaire qui lui vient du cerveau vers les muscles utiles au mouvement voulu (Beaunis).

expériences classiques. Dans les états de somnambulisme et de catalepsie l'action cérébrale est abolie, et l'on observe néanmoins des gestes expressifs et parfaitement ordonnés.

L'homme ivre, inconscient, marche mal, mais il marche ; on a dit qu'il y avait un dieu pour les ivrognes, cela s'explique par l'automatisme de la coordination de leurs mouvements locomoteurs.

La coordination est l'éducation des centres nerveux. — En définitive, à toute association musculaire correspond une asso-

ciation de cellules nerveuses ; la coordination des mouvements, c'est l'éducation des centres nerveux et même plus : une modification dans la structure de ces centres.

On peut comparer cette modification à la réglementation savante d'un réseau de lignes télégraphiques ; la dépêche émanant du bureau central traverse en chemin des appareils surveillés qui la dirigent vers son adresse et évitent la dispersion du courant dans le réseau général ou dans les appareils voisins. Chez un sujet bien coordonné les choses se passent de même, l'excitation centrale se répartit par les nerfs moteurs, aux muscles utiles à un mouvement donné et rien qu'à ces muscles. Il peut y avoir même deux ordres différents émis à la fois et conservant leur indépendance, c'est là une preuve d'organisation supérieure.

L'ordre envoyé à nos muscles par le cerveau n'est pas une excitation quelconque ; il contient et définit l'intensité, la vitesse et la direction du mouvement. Les contractions sont précédées d'un véritable calcul inconscient et souvent très compliqué.

Un joueur de billard arrive par intuition à des résultats plus précis et plus sûrs qu'un calculateur qui déterminerait mathématiquement l'angle sous lequel il doit frapper sa bille.

L'expérience et la pratique lui font tenir compte des conditions multiples du problème que le calcul doit négliger. Il en est ainsi de bien des actes de la pratique.

Appréciation de l'effort précédant l'ordre émané des centres nerveux. — Notre effort peut être mal calculé, s'il n'est pas mesuré à la résistance à vaincre ou si nous en avons mal dirigé l'action ; une fois commandé à nos muscles nous ne sommes plus maître de le retenir, c'est un télégramme parti que nous ne pouvons empêcher de cheminer.

On explique ainsi la surprise causée par la légèreté d'un objet en plâtre auquel on a donné habilement la patine du bronze, ou par l'absence d'une marche d'escalier que nous nous attendions à rencontrer.

Dans les deux cas l'imperfection de nos mouvements provient d'une fausse appréciation de l'effort à faire ; cette erreur a été transmise aux muscles, c'est une dépêche mal rédigée.

TEMPS NÉCESSAIRE A L'EXÉCUTION DU MOUVEMENT. — Il faut un certain temps pour commander à ses muscles et pour que ceux-ci répondent à l'ordre envoyé ; si le premier commandement a été mauvais, un second destiné à le rectifier arrivera trop tard pour empêcher l'exécution du premier. Ce sont deux dépêches qui se suivent mais ne s'annulent pas.

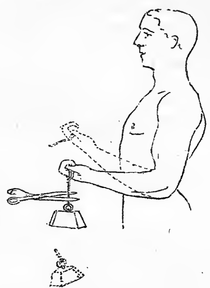


Fig. 164. — Expérience mettant en évidence la durée de transmission de la volonté aux muscles.

Il est impossible d'empêcher la flexion de l'avant-bras lorsqu'on coupe le fil qui retient un poids nécessitant un effort de flexion même léger.

Je tiens un poids suspendu à la main par une ficelle, les fléchisseurs de l'avant-bras sont seuls contractés, on coupe la ficelle, je suis prévenu et je m'apprête à retenir mon bras immobile ; malgré cela, il m'est impossible de ne pas fléchir l'avant-bras même avec un poids extrêmement léger. L'ordre donné à mes extenseurs, aussi rapide que j'aie pu l'envoyer, a cependant suivi la rupture du fil et, pendant la durée de sa transmission, les fléchisseurs débarrassés du poids agissaient seuls (fig. 164 et 165).

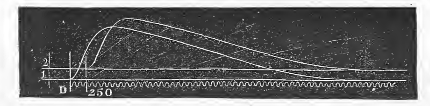


Fig. 165. — Mesure de la vitesse de l'agent nerveux chez l'homme.

1. Secousse en excitant le nerf très près du muscle ; — 2. Secousse du muscle ; le nerf excité à 30 centimètres plus loin ; — D. Vibration d'un diapason de 250 servant à mesurer la différence de temps écoulé au moment de la secousse (MAREY).

On voit souvent deux personnes se rencontrer nez à nez au coin d'une rue ; elles cherchent à s'éviter, mais n'arrivent pas du premier coup à le faire ; en voici la raison : l'une des deux

personnes, voyant l'autre aller à sa droite, commande à ses muscles un mouvement à gauche; tout irait bien si la première restait immobile ou continuait sa première direction; mais instinctivement, avant que la seconde ait effectué son mouvement à gauche, elle cherche à éviter l'autre en se portant à droite. Il se produit alors plusieurs rencontres successives qui nous font rire, jusqu'à ce que l'une des deux personnes se décide à attendre que le mouvement de l'autre soit esquissé pour prendre une direction inverse et trouver le chemin libre.

Influence de la délicatesse du sens musculaire. — La coordination dans les mouvements demande un sens musculaire délicat, c'est-à-dire la faculté d'estimer la valeur absolue de nos efforts, le poids d'un objet placé dans la main, la différence entre le poids de deux objets.

Le sens musculaire nous indique la position de nos membres; les ataxiques qui ont perdu cette forme de la sensibilité générale ne peuvent, sans le secours de la vue, placer le bras horizontalement; couchés, ils ne sauraient pas indiquer, les yeux fermés, la position occupée par leurs jambes.

La vue leur est nécessaire pour régler à chaque instants leurs mouvements et leur marche indécise.

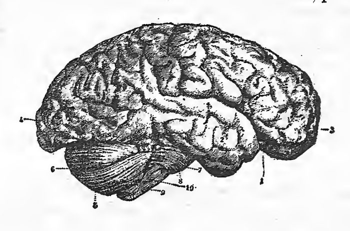
Sujets bien et mal doués. — La perfection des mouvements s'obtient par l'éducation; elle est certainement favorisée par l'intelligence et par la volonté; mais elle nécessite une organisation spéciale du cerveau et de la moelle. Nous voyons des sujets d'une adresse et d'une habileté surprenantes qui n'ont cependant jamais beaucoup travaillé.

D'autres, piocheurs patients et persévérants, n'arrivent pas à beaucoup près au même degré de perfection en se donnant infiniment plus de mal. L'éducation est un facteur de perfectionnement, mais l'organisation première prime tout. On ne saurait faire d'un lourdaud et d'un maladroit un modèle d'habileté et d'adresse, il faut choisir ses sujets si l'on veut obtenir un résultat remarquable.

Sujets anormaux. — Les enfants anormaux, les idiots, les arriérés sont toujours inférieurs sous le rapport de l'adresse manuelle, la relation entre leur état cérébral et la précision de

leurs mouvements est si intime que l'on obtient une amélioration sensible dans leur état mental en cherchant à perfectionner leurs mouvements.

M. le Dr Bourneville a réussi à utiliser ainsi une quantité de



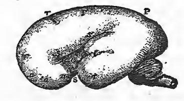


Fig. 166. — Surface externe du cerveau de l'homme et du cerveau d'un fœtus de six mois, montrant la différence dans la complication des circonvolutions.

déchets sociaux, en grande partie fils d'alcooliques, il a créé à l'hospice de Bicêtre un centre d'éducation spéciale aux enfants arriérés[1].

Les sourds-muets sont très incoordonnés, les lésions des canaux semi-circulaires provoquent chez eux des troubles dans l'équilibre du corps. L'enfant a des mouvements confus, l'adresse lui vient avec le développement de ses centres nerveux (fig. 166).

M. le Dr Demoor[2] en étudiant ces faits a été conduit à admettre une influence des mouvements et des sensations sur le déve-

1. Bourneville, *Éducation des sujets anormaux.*

2. Demoor, *Importance du mouvement musculaire au point de vue psychique.*

loppement des neurones corticaux. Les centres d'association ne fonctionnent que sous l'excitation des centres sensitivo-moteurs; au moment du développement cérébral chez l'enfant, il est de la plus grande importance de veiller à la bonne exécution des mouvements si l'on veut obtenir un perfectionnement des centres coordinateurs. Le mouvement doit être envisagé comme propre à développer le muscle et le centre cérébral correspondant.

D'autre part l'examen du cerveau des amputés anciens présente des atrophies correspondant aux mouvements abolis.

Tout cela montre, ainsi que l'avait déjà indiqué Dubois Raymond, l'influence considérable de la gymnastique sur l'organisation des centres nerveux, influence au moins aussi grande que sur le développement des muscles.

Métiers délicats. — Il y a des professions qui exigent plus de force que d'adresse : ce sont les métiers grossiers; d'autres, au contraire, sont délicats et exigent un affinement parfait du système nerveux : ce sont les métiers artistiques où l'éducation de la main acquiert une perfection remarquable. Il y a certes une différence dans la main du terrassier et celle du violoniste. Cette différence correspond à une organisation plus parfaite des centres nerveux; cette organisation est le résultat de l'éducation.

Le jeu des instruments de musique est particulièrement remarquable à ce point de vue. Chez un violoniste assis à son pupitre, les mouvements de l'archet et des doigts sont commandés par les images de caractères conventionnels perçus par l'œil, par les signes musicaux. L'oreille contrôle à chaque instant le son émis par la corde vibrante et en estime la justesse, l'intensité, la durée et le timbre. L'exécutant corrige instantanément ses fautes et ses imperfections en faisant varier d'une façon presque insensible la longueur de la corde ou la pression de l'archet. Il y a encore les nuances générales, l'interprétation ou le style, l'expression et enfin l'ensemble ou l'art de s'accommoder au jeu de ses partenaires dans un morceau concertant. Si l'on songe que tous ces actes si compliqués se passent dans un temps à peine perceptible, on jugera l'exemple bien choisi pour en être émerveillé.

Les virtuoses exécutent souvent leurs morceaux de mémoire, il leur faut pour cela une préparation inouïe, ils doivent répéter

constamment les passages difficiles afin d'acquérir l'assurance nécessaire à l'exécution en public; les mouvements de leurs doigts deviennent absolument automatiques, c'est presqu'une condition nécessaire du succès. Je me rappelle un mot de Paul Bert à ce sujet : il aurait tranché net la tête d'un pianiste exécutant un concerto persuadé que ses doigts auraient continué de courir sur le clavier. Cette plaisanterie contient sa part de vérité; assurément arrivé à cet état d'automatisme le virtuose possède dans sa moelle des associations de cellules nerveuses correspondant aux divers morceaux qu'il a tant de fois répétés[1].

Les équilibristes, les jongleurs sont aussi des exemples frappants du perfectionnement des mouvements. Ils possèdent un sens musculaire d'une exquise délicatesse, une rapidité de coup d'œil étonnante et ont acquis par l'habitude une grande habileté à rester souples en relâchant leurs muscles à propos.

MOUVEMENTS DISSYMÉTRIQUES. — Les exercices d'équilibre sont des exercices bien plus nerveux que musculaires, ils demandent une attention soutenue et fatiguent pour cette raison.

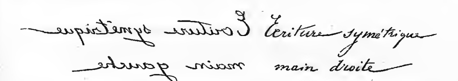


Fig. 167. — Ecriture symétrique exécutée de la main gauche avec facilite sans nécessité d'éducation antérieure.

Les mouvements se font facilement d'une façon symétrique, très difficilement au contraire s'ils sont dissymétriques.

On décrira des deux mains deux cercles concentriques dans deux sens différents, on frappera sur une table simultanément avec la plusgrande aisance; le mouvement deviendra très difficile si les cercles se font dans le même sens, si une main frotte quand l'autre frappe.

Ce sont là des jeux d'enfance connus de tous.

J'ai appris à écrire de la main droite et de gauche à droite, je saurai tracer sans préparation de la main gauche des caractères symétriques de droite à gauche (fig. 167), tandis que j'au-

1. G. Demeny, *Le violoniste*, Paris, Maloine, 1905. *Education et Harmonie des mouvements* (Librairie des Annales).

rai toutes les peines du monde à écrire de la main gauche les caractères ordinaires.

Nous nous servons de la vue pour coordonner nos mouvements, mais nous avons beaucoup de peine à nous guider au moyen de l'image reflétée dans un miroir. Le miroir nous donne l'image symétrique des objets et il n'est pas facile de de nous en servir au début pour nous raser la barbe. Tous les exercices compliqués demandent une grande attention, surtout si deux actes différents sont exécutés simultanément.

Lire en jonglant, parler en jouant du piano ne sont pas choses possibles pour tout le monde. La facilité des mouvements symétriques s'explique par la symétrie de structure des membres et des conducteurs nerveux.

Langage et écriture. — L'écriture et le langage sont des manières de communiquer à nos semblables nos pensées et nos sentiments qui présentent des caractères fixes chez le même individu; chacun a son écriture propre et cependant, suivant notre état cérébral au moment où nous écrivons, les caractères tracés par la main varient.

L'intonation de la voix et la forme des signes de l'écriture permettent de reconnaître dans une certaine mesure le sentiment qui nous anime.

Force et adresse. — A côté de ces exemples où la coordination joue un rôle absolu, il y a des cas où la force est associée à l'adresse. Les hommes de peine manient des bagages les plus massifs avec une grande facilité, un seul homme déplace une barrique de vin que plusieurs hommes vigoureux ne sauraient remuer. L'adresse joue ici un rôle plus important que la force. Dans le maniement des poids lourds il faut compter avec l'inertie de la masse à mouvoir, savoir lui imprimer un certain élan et profiter de cet élan pour en changer la direction au moyen d'un effort exécuté au moment convenable. La force musculaire serait insuffisante pour soulever de pareils poids s'ils étaient immobiles, elle est d'un grand secours si on sait l'utiliser à propos pour diriger les masses en mouvement.

Mouvements commandés. — Les mouvements libres devien-

nent d'une exécution facile par l'habitude, nous verrons pour chacun d'eux l'utilité d'un rythme convenable en rapport avec la masse à mouvoir et la répétition du même mouvement. Mais le mouvement le plus simple devient difficile si l'on impose un rythme ou si on l'exécute au commandement.

La leçon d'escrime est toute différente de l'assaut. Dans une leçon tout est prévu, on connaît à l'avance la succession des mouvements, il n'y a pas de décision à prendre, tout a été réglé d'avance. L'assaut demande une attention constante, une décision soudaine, de l'habitude, de la ruse et des moyens constamment variés suivant les feintes et les attaques de l'adversaire; il met en jeu bien d'autres facteurs psychiques que la leçon au plastron. Il en est de même du tir.

Le tir à la cible à volonté n'est pas le tir au commandement.

Le musicien soliste suivi par son accompagnateur ou le musicien d'orchestre attaché au bâton de son chef sont dans des conditions nerveuses toutes différentes, leur éducation n'est plus la même et ils ont des qualités d'un autre ordre.

Représentation mentale des mouvements. — Tout mouvement volontaire est précédé d'un acte nerveux qui le commande, et il y a dans cet acte les éléments nécessaires à en assurer la précision. La volonté fait mouvoir les muscles comme la main fait agir les ficelles d'une marionnette. L'acte nerveux peut exister en dehors de l'acte musculaire, il peut être séparé du mouvement et ne pas être suivi par lui, il suffit de se représenter mentalement les contractions musculaires sans aller plus avant dans l'exécution.

Avant de lancer une pierre on calculera la distance du but à atteindre, on se préparera en esquissant légèrement le mouvement, on fera de même pour donner un coup de hache ou un coup de bâton.

Le chat se groupe pour sauter, il sonde des yeux l'obstacle à franchir, il ne se lance pas à l'aveuglette, il prépare son élan, il le calcule, il répète certainement son mouvement à l'avance; il saute pour ainsi dire intérieurement. On a très bien conscience de cet acte intérieur avant de faire un mouvement difficile et présentant quelque danger.

Il est prudent de ne pas se risquer si l'on a une appréhension

et un doute, en un mot si l'on ne sent pas le mouvement, car on le manquerait très probablement.

Hallucinations des amputés. — Les amputés ont des hallucinations spéciales ; il leur semble posséder encore un membre absent, ils ont la sensation de remuer les doigts d'une main imaginaire.

Le membre fantôme n'existe plus, mais les centres moteurs et les actes nerveux coordinateurs existent encore et peuvent persister longtemps après l'amputation [1].

Virtuoses musiciens[2]. — Le musicien rencontre sur le clavier du piano ou sur la touche du violon des difficultés de coordination très grandes, il ne risque pas sa vie, mais il risque quelquefois sa réputation de virtuose. La difficulté n'est pas la même s'il joue à la lecture ou s'il joue de mémoire. Quand on connaît à l'avance la mélodie à jouer ou lorsqu'on improvise, les doigts marchent d'eux-mêmes, il reçoivent des ordres précis ; au contraire, à la lecture, ces ordres sont incomplets, indécis, ils se transmettent au fur et à mesure de la lecture, il y a une opération cérébrale de plus, de là une grande fatigue, et une exécution imparfaite. On sait aussi combien le ton d'un discours diffère selon qu'il est lu ou qu'il est improvisé.

Manière d'obtenir la coordination des mouvements. — En définitive l'adresse et l'art d'utiliser ses forces dépendent uniquement de l'éducation du système nerveux. C'est une affaire d'ordre dans les excitations des muscles. Un géant, ivre ou paralysé, n'a que faire de sa force, il sera facilement abattu par un nain plus adroit et plus conscient.

L'homme bien coordonné utilise au mieux son énergie, ses mouvements sont harmonieux, et chez lui tout concourt à l'exécution de l'acte voulu. Il joue de ses muscles comme un savant organiste sait jouer de son clavier.

L'enfant et le maladroit sont des brouillons qui gaspillent leurs forces sans produire d'effet utile, ce sont de pauvres organistes ne faisant sortir de leur instrument que des sons discordants. La raideur des mouvements ne doit pas être confondue

1. Pitres, *Hallucinations des amputés.*

2. *Le Violoniste*, Paris, Maloine.

avec la raideur articulaire, avec l'ankylose, elle est uniquement due à l'action désordonnée des muscles, aux forces qui se contrarient au lieu de s'aider et de s'harmoniser.

Les acrobates habiles exécutent les mouvements les plus difficiles sans force apparente, avec le sourire sur les lèvres, leur souplesse n'exclut pas la force ; bien au contraire, elle consiste dans l'emploi intelligent de celle-ci, dans l'art de réduire les contractions musculaires et la durée de ces contractions à leur minimum, de savoir les faire agir au moment convenable et d'en proportionner l'intensité à l'effort.

Pour obtenir la perfection d'exécution dans un mouvement, il faut d'abord l'analyser, le connaître et le comprendre, puis le décomposer, l'exécuter lentement et le répéter fréquemment ; on passera progressivement par degrés insensibles des mouvements simples à des actes plus compliqués. Jamais on ne doit accélérer le rythme si l'exécution n'est plus parfaite, et l'on doit cesser le travail dès que la raideur commence.

Il faut toujours être à son aise dans ce que l'on fait ; vouloir aller trop vite, ce serait sûrement reculer.

Travailler n'est pas tout, il faut savoir travailler, il doit y avoir progrès après chaque séance de travail ; on ne peut remplacer la qualité du travail par le nombre d'heures d'application ; c'est une grossière erreur de croire à un progrès double parce qu'on aurait travaillé un nombre d'heures double. L'excès de travail produit la fatigue et le surmenage, mais point le perfectionnement. Cela résulte de la nature même de ce perfectionnement; coordonner ses mouvements, c'est associer ses contractions musculaires et provoquer une organisation nouvelle des cellules nerveuses. Les conditions essentielles de cette association sont la bonne exécution et la répétition fréquente des mêmes actes. Les mouvements s'associent et se coordonnent comme on les exécute, bien ou mal, et la coordination devient ensuite chose acquise; l'habitude une fois contractée, il est bien difficile de la changer.

Ceci nous fixe sur l'importance d'une bonne éducation dès le début. Les mouvements, il est vrai, peuvent se perfectionner inconsciemment, mais pour une qualité obtenue, que de défauts si on tâtonne et si on cherche soi-même sa voie.

Au contraire, guidé dans son apprentissage professionnel ou

dans un exercice quelconque par un maître expérimenté, on ira vite et l'on évitera de prendre de mauvaises habitudes. Pour manier un outil, pour courir, sauter, lancer une pierre, il n'y a qu'une manière de bien faire afin d'utiliser les ressources de son organisation, cette manière se retrouve chez presque tous les sujets d'élite ; l'éducation consiste à les imiter et à rechercher les associations naturelles des contractions.

Il y a autant de coordinations spéciales qu'il y a de métiers manuels ; toutes sont le résultat de l'accommodation du système nerveux à quelques mouvements déterminés, toutes sont régies par la loi du moindre effort et de l'économie du travail. A la distribution intelligente de l'excitation nerveuse dans les groupes synergiques viennent s'ajouter un tact plus parfait, de l'à-propos et une rapidité plus grande à saisir à la fois toutes les conditions d'un effort.

La virtuosité dans un sport ne s'acquiert qu'à force de travail et de patience, aussi sommes-nous portés à attacher un grand prix à ce qui nous a coûté tant de peine et à défendre notre manière de faire, même défectueuse. De là, naissent les préjugés d'écoles. Une mauvaise habitude, c'est une association fausse; il est bien difficile de la modifier. Tout professeur préfère commencer l'éducation de ses élèves plutôt que de continuer celle des disciples de ses collègues.

Un élève a pris l'habitude de tenir l'épée d'une façon vicieuse, il lui est cependant plus facile de conserver son attitude défectueuse bien qu'elle limite ses progrès ultérieurs, que de la corriger et d'en prendre une nouvelle.

Il est incapable de faire l'effort d'attention nécessaire pour éviter ses faux plis et détruire l'automatisme existant. Il préfère continuer à mal faire plutôt que de renouveler les ennuis du début et de passer pour un novice.

Voilà pourquoi les praticiens considèrent tous leur méthode comme la seule bonne et se bornent au respect des traditions, à l'imitation servile des choses antérieures. Appelé souvent à donner notre voix dans des concours d'exercices physiques, nous avons souvent cherché en vain la raison du classement des lauréats ; satisfaire les règles naturelles n'était point jugé une supériorité réelle, l'estimation de la valeur relative reposait sur des bases conventionnelles. Peut-être l'ignorance des

lois biologiques était-elle pour quelque chose dans cette manière de procéder.



Fig. 168. — Sujet présentant l'arrêt de développement des membres et doué cependant d'une volonté assez forte pour avoir acquis son indépendance malgré son état d'infériorité physique.

Influence de la volonté. — Il faut une volonté ferme pour obtenir des résultats sérieux dans la coordination, la volonté remplace bien souvent les moyens naturels. Un homme privé de ses membres par la nature avait pour tout organe de préhension un simple moignon de quelques centimètres. Cela ne l'empêchait pas d'écrire (fig. 168 et 169) d'une façon élégante, de peindre, d'exécuter différents exercices d'adresse, d'être marié et de diriger une famille de onze enfants. Il y a des snobs bien développés et incapables d'en faire autant ; s'ils ont leurs dix doigts, il leur manque la volonté d'agir. Le malheureux cité comme exemple avait, au contraire, toutes raisons de ne rien faire et d'implorer la pitié ; par son énergie, il est devenu indépendant et heureux, il avait un cerveau bien organisé commandant à son moignon.

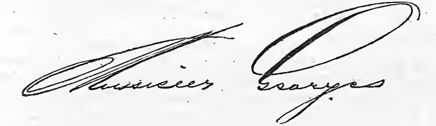


Fig. 169. — Spécimen de l'écriture du sujet ci-dessus. La plume était tenue entre le moignon et la joue droite.

On a connu plusieurs peintres travaillant aussi avec les pieds ;

ce sont tous exemples de coordination intéressants à signaler, il est consolant pour les travailleurs de voir l'effort porter en lui-même sa récompense. D'après M. le Dr Faure, un ataxique ayant perdu l'usage des membres peut se refaire une nouvelle éducation du système nerveux en utilisant ce qui lui reste d'indemne dans celui-ci [1].

Mouvements décomposables. — Tous les mouvements difficiles ne peuvent pas se décomposer, tels les mouvements où la vitesse est l'élément indispensable ; on peut analyser un saut, mais on ne peut l'exécuter lentement. Certains exercices difficiles et dangereux ont besoin du secours d'un aide. On n'osera pas essayer seul un saut périlleux; aidé et retenu dans la chute, on se risquera, on acquerra confiance et l'on pourra marcher seul.

Émotion amenant l'incoordination. — Certaines influences viennent encore contrarier une coordination pourtant bien établie. Beaucoup de gens sont intimidés ou paralysés par l'émotion dès qu'ils doivent concourir ou paraître en public ; ils oublient ce qu'ils savent et deviennent maladroits et incoordonnés. Placés à une certaine hauteur du sol, le vertige les saisit, et le moindre mouvement devient difficile.

Pour être perfectionné, il ne suffit pas de savoir bien exécuter les mouvements, il faut aussi avoir acquis une sûreté d'exécution suffisante pour les répéter correctement où et quand l'on voudra.

La grande difficulté du métier d'artiste musicien, c'est justement de devoir affronter le public à jour fixe étant bien ou mal disposé. Cela demande un travail énorme et une grande possession de soi-même.

La douleur et le froid sont encore des causes de maladresse et d'incoordination.

Le jeune age est favorable a la coordination. — Le jeune âge est particulièrement favorable aux modifications du système nerveux. Le cerveau de l'enfant est un tableau sur lequel on n'a pas encore crayonné ; toutes les impressions s'y gravent pour ne plus s'effacer. Mais on peut encore se perfectionner plus tard. Les petits prodiges sortis des conservatoires de musique

1. Maurice Faure, *La rééducation motrice.*

ne valent pas des sujets moins jeunes mais plus studieux, plus intelligents et mieux doués. Il est même possible de se perfectionner à tout âge, le secret est de savoir bien travailler, d'éviter la fatigue et de mettre de l'acharnement à vaincre les difficultés qui résistent au travail. L'enfant apprend plus facilement, l'homme âgé apprend mieux parce qu'il raisonne.

INFLUENCE DE LA GYMNASTIQUE GÉNÉRALE. — La gymnastique générale donne une facilité très grande pour aborder un nouvel exercice musculaire; par elle on acquiert le sens de la coordination. Le jeune homme habitué aux sports et aux exercices gymnastiques apprendra facilement à canoter, à monter à cheval ou à bicyclette, il ne lui faudra pas un apprentissage bien long pour cela. Cette habileté acquise se transmet héréditairement, comme les instincts, comme l'aptitude à la marche et aux genres divers de locomotion.

Cependant les sujets d'élite ne doivent pas tout au travail; ils sont généralement bien doués et bien éduqués; ici, comme ailleurs, l'éducation ne crée pas, mais développe les aptitudes innées.

La beauté et la grâce dans les mouvements sont la conséquence d'une parfaite coordination.

Un mouvement n'est pas beau s'il n'est pas correct, précis ou bien défini. Il doit être d'accord avec sa fin et le résultat utile obtenu économiquement. Il ne doit exagérer aucune des fonctions normales, ni être étriqué ni trop étendu; le désordre et la précipitation sont les plus grands défaut à éviter. L'incohérence des mouvements indique souvent l'incohérence des idées, la jeunesse ne sait pas tirer parti de ses efforts, elle gaspille ses forces sans profit.

Les équilibres dans différentes attitudes sont un bon moyen d'éduquer les centres de coordination; on peut les exécuter sur une poutre étroite à des hauteurs de plus en plus élevées du sol.

Les exercices non symétriques sont encore des exercices de coordination, ils consistent dans des mouvements différents des bras et des jambes exécutés simultanément ou avec des rythmes variés.

Les mouvements cadencés et commandés sont un moyen de nous rendre maître de notre corps; savoir rythmer sa respira-

tion est le plus sûr moyen d'empêcher les troubles de la circulation et de la ventilation pulmonaire; vaincre le vertige en exécutant les exercices à différentes hauteurs, se livrer aux sports qui développent l'initiative et cependant assujettissent à des règles fixes, ce sont là d'excellentes conditions pour éduquer ses centres nerveux.

La main a particulièrement besoin d'être travaillée, c'est notre outil naturel à qui nous devons une grande part de notre indépendance. La main est l'instrument le plus délicat de la pensée; nous reviendrons sur son éducation à propos des mouvements[1]. Pour le moment nous sommes convaincus de l'influence bienfaisante de l'exercice sur notre perfectionnement; c'est la loi du travail, un effort n'est jamais perdu, mais porte toujours en lui sa récompense.

§ 2. — *Éducation des sens.*

On ne peut remplacer les notions données par les sens. — Rien ne peut remplacer les notions données par nos sens. Aucune description ne peut donner idée de la lumière, il faut la voir.

Mais il y a divers degrés dans la manière de voir et dans la manière d'entendre. Confuses chez le nouveau-né, les sensations deviennent plus tard nettes et précises.

Au début, nous avons la sensation de la présence ou de l'absence de la lumière, du bruit ou du silence, rien de plus; ensuite nous saisissons les nuances diverses des couleurs, les timbres et les hauteurs des sons, et nous sommes renseignés sur ce qui se passe autour de nous, sur les propriétés des corps et le milieu qui nous entoure. L'organe de la vue ne s'est pas amélioré beaucoup, mais nos sensations sont plus complexes, la perception en est plus nette dans les centres nerveux, nous y prêtons attention et nous pouvons accumuler ainsi des impressions qui deviendront la source même de nos idées et de nos jugements.

Nous regardons et nous écoutons au lieu de voir et d'entendre. Il y a dans les données de nos sens deux choses bien distinc-

1. Demeny. *Mécanisme et éducation des mouvements*, Paris, F. Alcan, 1903.

tes : l'impression ou l'excitation produite par les objets extérieurs, puis la transmission de cette excitation au cerveau, sa perception et son interprétation.

Sans faire ici de la psychologie bien savante, il nous est facile de saisir immédiatement la raison des différences entre les sensations perçues et les faits eux-mêmes. La matière nerveuse est différemment impressionnée par une même excitation suivant sa vitalité, suivant les excitations antérieures et son état de fatigue. De là le plaisir et la douleur ; de là des notions nettes et précises, vagues ou incertaines données par les sens.

Les sens sont perfectibles et se complètent. — Les sens sont perfectibles, ils s'affinent et s'éduquent isolément et parallèlement, nous en corrigeons les illusions et nous arrivons à en obtenir des renseignements exacts, des notions positives sur lesquelles nous pouvons asseoir nos jugements, tirer des conquences de nos actes et diriger finalement notre activité vers un but désiré.

L'éducation de nos sens est inséparable de l'éducation de nos autres organes ; notre vie de relation ne peut être perfectionnée sans elle, sans l'apprentissage de notre appareil sensitif.

Si parfait soit-il, un sens isolé ne peut nous donner que des notions incomplètes sur les choses. Le concours de plusieurs sens est indispensable pour obtenir des notions suffisantes.

Nous associons ensuite ces notions différentes, nous les faisons concorder, nous les réduisons à une idée de plus en plus nette, mais ce dernier travail se produit non dans les sens eux-mêmes, mais dans les centres nerveux ayant la fonction d'accumuler les sensations reçues. Sans cette éducation réciproque, sans cette interprétation des sensations, notre connaissance de la nature serait incertaine.

La vue rendue à l'aveugle-né ne lui donne pas un aide nouveau si l'éducation ne vient associer les données de l'œil à celles du toucher, son seul guide sûr, et lui rectifier les erreurs d'interprétation.

Le perfectionnement des sens ainsi compris demande un exercice constant méthodique et progressif, il est influencé par le repos ou l'excès d'activité, par la fatigue et l'épuisement suivant la loi générale du travail. Les organes des sens demandent

des soins particuliers d'hygiène destinés à en maintenir l'intégrité, nous aurons à les signaler à propos de chacun d'eux[1].

Le toucher. — Le toucher s'éveille de bonne heure, il est réparti chez l'enfant sur toute la surface du corps, se spécialise ensuite dans la main et s'éduque avec celle-ci. Le pied aurait la délicatesse de la main s'il ne devenait bientôt un simple pilier pour soutenir le poids du corps, si, en l'emprisonnant dans des chaussures étroites, on ne l'atrophiait et on ne lui faisait perdre toute sa délicatesse. L'enfant a les articulations aussi mobiles au pied qu'à la main, il a le sens du toucher réparti également dans ces deux organes, mais cette égalité cesse bientôt. La main elle-même subit ces influences. Le pianiste a les doigts complètement indépendants, tandis que le terrassier saisissant la pelle avec tous les doigts, sa main n'est plus qu'un organe grossier de préhension.

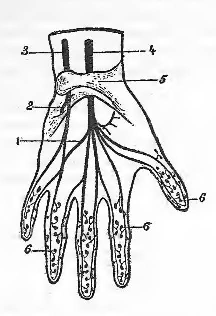


Fig. 170. — Nerfs de la main avec les corpuscules de Paccini.

Les métiers professionnels et le maniement des outils sont le meilleur moyen d'éduquer la main. Dans chaque profession la main s'exerce d'une façon spéciale ; les travaux d'aiguille, le jeu des instruments de musique, le maniement des armes et des objets sont éminemment favorables à l'affinement de la main. Le toucher devient par l'exercice assez délicat pour distinguer les étoffes, les métaux, apprécier le poli ou la rugosité des objets, leur dureté, leur température et leurs mouvements de vibration.

L'aveugle n'a pas d'autre moyen de connaître la forme et la dimension des corps, mais le toucher est bien imparfait pour juger d'un ensemble et des rapports de position des lignes entre

1. Dr Clavel, *Traité d'éducation physique et morale.*

elles, il donne pour cela des indications trop restreintes, trop particulières. On connaît l'illusion causée par une boulette de pain placée entre l'index et le médium croisés.

Les aveugles sculpteurs sont rares, leurs œuvres ne sont pas brillantes.

Les employés des postes estiment facilement le poids des lettres en les plaçant dans la main, la netteté de la sensation existe seulement pour un poids limité; passé ce poids, il n'y a plus de certitude. Il faut une éducation nouvelle pour acquérir la même habileté.

Dans tout métier un peu délicat il y a un tour de main, il faut un apprentissage pour l'obtenir.

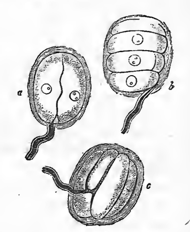


Fig. 171. — Corpuscules tactiles vus à un fort grossissement.

La délicatesse du toucher est liée à l'exquise sensibilité de la pulpe des doigts et de la paume de la main. Les durillons, les blessures, crevasses, engelures, tout ce qui altère la finesse de la peau et sa sensibilité altère en même temps la délicatesse du toucher, il faut les éviter avec soin, protéger au besoin la main avec des gants. Le grimper et la locomotion avec les mains, les barres fixes et engins de la gymnastique acrobatique ont le grand inconvénient d'enlever toute délicatesse de la main et de la rendre aussi grossière que le pied.

Il y a une gymnastique spéciale de la main et des doigts, il faut la pratiquer si l'on veut vaincre facilement les difficultés professionnelles et particulièrement aborder le mécanisme des instruments de musique; nous y reviendrons à propos des mouvements[1].

La vue. — L'éducation de la vue est nécessaire; les données de la vue sont incertaines, sujettes à de fausses interprétations; l'expérience seule nous permet d'en rectifier les erreurs.

Nous ne percevons la sensation lumineuse que dans les limites de notre acuité visuelle. Les vagues lueurs n'impression-

1. *Le Violoniste*, (Demeny).

nent point notre œil comme les faibles sons n'impressionnent pas notre oreille; l'habitude des éclairages intenses nous fait perdre l'acuité rétinienne, peu de gens voient dans une obscurité relative, nous avons perdu cette faculté bien utile, faute d'exercice.

De même pour apercevoir nettement les objets très éloignés et très rapprochés, il faut avoir acquis par l'éducation la faculté d'accommodation. Habitués dès le jeune âge à borner notre horizon, enfermés dans des classes la tête penchée sur des livres, nous perdons notre faculté d'accommodation pour les grandes distances, nous devenons myopes, infirmité inconnue chez les marins ou les peuplades agrestes. Le strabisme et d'autres vices de l'œil sont bien souvent la conséquence de mauvaises conditions de l'hygiène dans l'enfance.

Pour bien voir un objet, au lieu de l'éclairer fortement, il vaut mieux le placer sur un fond obscur; pour le mettre en relief il doit recevoir la lumière de côté et réfléchir plus de lumière que tous les objets environnants. Les metteurs en scène obtiennent au théâtre des effets très intenses avec des lumières bien inférieures à la lumière du jour, l'œil est ainsi satisfait sans fatigue.

Pour lire et pour écrire il ne faut pas être aveuglé par la source lumineuse, il faut placer celle-ci derrière l'observateur ou la masquer par un écran réflecteur. L'abat-jour doit refléter la lumière et non pas servir de décor transparent qui la disperse.

Dans les classes, la lumière viendra du côté gauche, donnant ainsi l'ombre de la plume à droite; elle sera fournie par des ouvertures assez grandes et assez élevées sans jamais frapper directement les yeux. Le soir, des lampes à gaz ou lampes électriques serviront à éclairer fortement les plafonds blanchis de façon à renvoyer de la lumière diffuse sur les pupitres des élèves. Le mode d'éclairage est bien plus important que l'éclat de la source lumineuse. Si vous recevez directement les rayons de celle-ci, vous êtes aveuglé et vous ne pouvez apercevoir les objets environnants; c'est l'effet produit par la lanterne sourde ou le fanal d'une locomotive arrivant sur vous dans l'obscurité. Dans une lumière douce, tamisée, diffuse, vous voyez tout nettement, sans fatigue.

L'œil nous donne deux notions distinctes, la notion de forme et la notion de couleur; il nous permet de détailler les parties d'un ensemble et de saisir l'ensemble d'un seul coup. On s'habitue rapidement à voir les choses, à percevoir la forme d'un objet en mouvement. Ayant fait de longues études sur la décomposition des mouvements de l'homme et des animaux, j'ai acquis la faculté de voir les attitudes vraies du coureur, du cheval et de l'oiseau ; la zootropie est un moyen rapide d'apprendre à voir en permettant de ralentir les mouvements naturels tout en conservant les rapports vrais de durée dans les différentes périodes. Cela est préférable à l'éducation faite sur des images de convention ; la plupart des représentations de la course sont erronées, elles ont été dessinées par les artistes d'après des modèles immobiles.

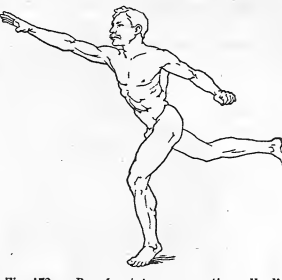


Fig. 172. — Représentation conventionnelle d'un coureur d'après un modèle ayant posé une attitude d'équilibre.

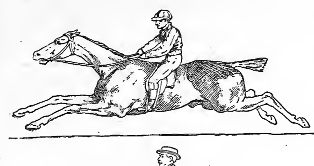


Fig. 173. — Attitude vraie du coureur donnée par la photographie instantanée.

On ne peut poser le mouvement, il faut le saisir. On voit ou on ne voit pas dans l'espace. Si l'on apprend à voir, on saisira les attitudes vraies (fig. 173) données par la photographie. On peut constater la vérité des dessins anciens trouvés sur des vases grecs. Les coureurs et danseurs sont à peu près identiques aux images prises par la photographie. Si au contraire, on se laisse

guider par l'imagination, on crée des types de mouvements tout à fait fantaisistes; ces représentations sont le point de départ d'éducations fausses, influencent les élèves (fig. 172)[1] et pervertissent leurs sensations.

L'éducation de l'œil doit être faite devant la nature et non au moyen de dessins qui constituent déjà une interprétation de la nature. On peut aller très loin dans cette voie, nous pouvons apercevoir aujourd'hui ce qui, au début, nous paraissait absolument obscur. Le cinématographe est appelé à rendre de très grands services dans ce sens. Tous ces moyens perfectionnent les centres de perception, les éduquent dans le sens vrai et écartent pour toujours l'erreur et l'hallucination due à une interprétation fausse des données de la vision.



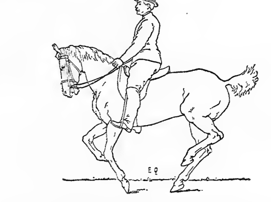


Fig. 174. — Représentation conventionnelle et fausse d'un cheval au galop, d'après Géricault, et attitude du cheval pendant la suspension donnée par la photographie.

Nous avons construit à cet effet en 1890 un appareil nous permettant de revoir périodiquement les phases d'un mouvement fermé et de le ralentir à notre gré. Cet appareil que j'avais appelé phonoscope (fig. 175) avait été expressément construit au début pour analyser et recomposer les mouvements des lèvres

1. Voir : G. Demeny, *Conférence sur la chronophotographie faite au Conservatoire des Arts et Métiers*, 1891 ; Marey, *Le mouvement*.

dans la parole. Il rendait l'illusion si parfaite que des sourds-muets pouvaient lire sur les lèvres de la photographie parlante[1].

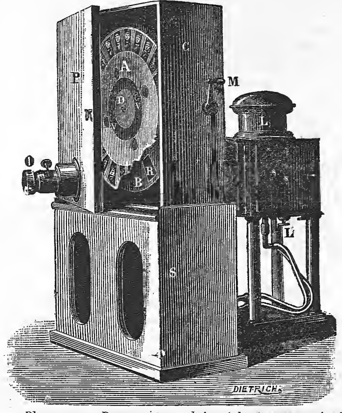


Fig. 175. — Phonoscope Demeny reproduisant le mouvement périodique d'un cheval ou d'un coureur.

Cet instrument, qui a précédé le cinématographe, a permis de reconstituer le premier les mouvements des lèvres d'un homme qui parle.

Il en est du mouvement comme de la perspective. Il faut une éducation pour reconnaître la forme et la position relative des corps en se plaçant à différents points de vue. Tout le monde connaît les grossières erreurs dans l'appréciation des distances lorsque le regard est à fleur d'eau ou bien en plaine nue.

1. Voir : *Académie des Sciences,* juillet 1891 : Analyse des mouvements de la parole par la chronophotographie ; *L'Illustration*, 21 novembre 1891 ; *La Nature*, 1892 : Les photographies parlantes; Marey, *Le Mouvement*, Paris, Masson.

Dans un éclairage instantané, durant un éclair, nous apercevons souvent bien peu de choses et cependant, par l'habitude et l'attention, nous arrivons à percevoir dans un temps très court un ensemble complet. Nous finissons par lire à la fois plusieurs mots, une phrase entière après avoir épelé avec difficulté. La forme des objets nous est plus facile à retenir que les dimensions absolues. Bien peu de personnes pourraient mar-



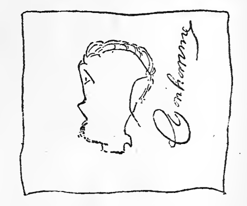


Fig. 176. — Dessins d'enfant montrant l'interprétation des sensations visuelles chez un jeune sujet inexpérimenté.

On remarque une inhabileté complète dans l'assemblage des éléments qui constituent une figure.

quer sur le papier une longueur exacte, nous voyons le menuisier toujours le mètre à la main. Il nous est plus facile de connaître les rapports des parties d'un objet, et c'est là le but particulier du dessin, surtout du dessin dans l'école.

L'enfant n'imite pas la nature, il ne la voit pas comme elle est; toutes les données de son œil passent dans son cerveau pour y être perçues et là, suivant l'état de perfection de ses organes, elles subissent une traduction naïve ou savante, vraie ou fausse (fig. 176).

Les détails sont généralement compris, mais la vue d'ensemble fait complètement défaut. Le nez, l'œil, la bouche et l'oreille d'une figure sont reconnaissables, mais la position relative de ces organes forme un tout grotesque n'ayant rien de réel. La faute grossière consiste à mettre l'enfant devant un dessin compliqué avant de lui avoir appris à voir les points principaux de son modèle et d'en avoir pu déterminer la position relative.

En calquant ou bien en se servant de réseaux quadrillés, aucun progrès n'est possible; la fermeté d'un dessin n'a rien à voir avec son fini de détails. Tout y doit être à sa place avant de commencer à ombrer et surtout à colorier.

Le dessin ainsi enseigné fait au plus haut degré l'éducation de l'œil; il apprend à voir et à saisir les grandes lignes, les rapports dans les dimensions des figures et à en fixer le souvenir. Mais il est de la première importance d'entourer la jeunesse de chefs-d'œuvre et rien que de chefs-d'œuvre, de lui former ainsi le goût; les impressions de la première enfance ne s'effacent plus, on aurait toutes les peines du monde à les modifier ensuite.

Sauf exception, la gamme des couleurs peut être perçue par tous, on apprend à en ressentir les nuances et les contrastes en faisant toutes les combinaisons possibles des couleurs. Il n'y a point de formes, il n'y a en réalité que des couleurs; les jeux de lumière nous donnent sur les corps des notions les plus variées, mais aussi les plus trompeuses. C'est à l'éducation de rectifier les illusions de ce genre.

Une foule de jeux de l'enfance exercent le coup d'œil; la balle, le tir, le lancer de la pierre et du javelot, l'escrime, la boxe, le bâton lui donnent une promptitude et une précisison étonnantes.

Il en est de même du maniement des outils tels que la hache; le perfectionnement consiste alors dans une association parfaite entre les sensations visuelles et les mouvements.

L'œil demande des soins de propreté. Il faut le laver journellement à l'eau chaude. Les cils et les sourcils ne sont pas simplement des ornements, ils ont un rôle de protection, il faut en conserver l'intégrité, pour cela ne pas se frotter les yeux avec les doigts, ils ne sont jamais propres, et leur contact avec la conjonctive détermine des inflammations qu'il faut éviter.

L'ouïe. — La sensation du son varie depuis le bruit d'un choc jusqu'aux nuances les plus délicates de la musique et de la voix. Il y a dans l'oreille comme dans l'œil deux qualités : l'acuité et la délicatesse.

Le campagnard, l'homme des bois, le chasseur distinguent un bruit lointain et en reconnaissent la cause. L'homme des

villes n'a plus cette qualité; le fracas des rues et des grandes industries la lui a enlevée.

L'attention est la chose essentielle pour la perception nette des sensations de l'œil et de l'ouie comme, du reste, de tous les organes des sens. Le perfectionnement ne se produit pas dans ces organes, mais dans les centres de perception conscients.

Sans attention, la sensation s'émousse, on finit par ne plus entendre un bruit continu impressionnant pourtant l'oreille, mais ne parvenant aux centres nerveux que d'une façon confuse.

Un musicien bien doué distingue exactement la hauteur des sons et leur timbre, il reconnaît aisément le son d'une flûte ou d'un violon. La musique est basée sur la valeur relative des sons en hauteur, intensité et durée. Une mélodie simple sera comprise par un grand nombre, mais peu percevront nettement des sons émis simultanément. Les grands effets d'harmonie à plusieurs parties, la fugue et le contre-point demandent une oreille exercée ; avec l'habitude, on arrive à saisir isolément une partie dans l'exécution d'un morceau d'ensemble.

La musique vous apprend aussi à diviser le temps en parties égales ou en temps inégaux, en vous dressant à battre la mesure, à la conserver rigoureusement et à la faire concorder avec un ensemble d'autres instruments.

La mémoire des sons se développe, et l'on retient même la sensation absolue de leur hauteur. Il faut pour cela dresser l'oreille de bonne heure à des intonations justes, des timbres agréables et faire assister les enfants à l'audition de belles œuvres musicales.

L'oreille et la voix se touchent de près, mais il est difficile de s'entendre soi-même et de corriger ses défauts. La qualité du timbre de la voix, la netteté de l'articulation donnent à la parole un charme particulier. Il faut cultiver ces qualités de la voix, c'est un moyen d'expression puissant pour communiquer avec ses semblables. La persuasion doit beaucoup à l'accent, au geste et à l'expression de physionomie qui l'accompagne. Il faut s'exercer de bonne heure à parler d'abondance, à développer une idée devant le public. Sans cet apprentissage on s'expose à avoir de mauvaises surprises et de cruelles déceptions.

L'oreille réclame des soins de propreté, les sécrétions sébacées peuvent obstruer la trompe d'Eustache et les conduits externes, il faut prévenir ces accidents en enlevant ces matières



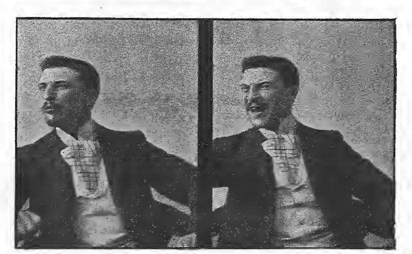


Fig. 177. — Physionomie d'un acteur pendant la déclamation.

avec le cure-oreille et une petite éponge humectée d'eau tiède.

Dans l'enfance il faut éviter d'aplatir le pavillon de l'oreille avec des bonnets serrés; le pavillon de l'oreille a son but, il sert à recueillir le plus d'ondes possibles émanant d'un corps en vibration, il est un élément de la sensibilité.

Expression du geste et de l'attitude. — Il faut chercher à accorder les trois moyens d'expression ; accent de la voix, geste et expression de la physionomie ; c'est là l'idéal de l'acteur, mais on voit malheureusement au théâtre ces lois négligées, on y rencontre trop souvent des gestes de convention alliés à des intonations fausses et à des physionomies grimaçantes ; voulant exagérer les effets, l'acteur ne produit plus qu'un effet ridicule et détruit toute intensité de l'expression (fig. 177 et 178).



Fig. 178. — Geste faux d'une actrice à qui l'on a demandé de représenter devant le cinématographe la surprise d'une servante maladroite laissant échapper une pile d'assiettes.

Le geste n'est pas le seul indice de l'état cérébral. L'attitude a avec ce dernier des rapports évidents ; on ne confondra pas les attitudes de repos, de dépression avec les attitudes d'action, de mouvement et d'excitation passionnelle, l'attitude de l'homme vigoureux avec celle de l'homme malade. Beaucoup de maladies ont leur attitude caractéristique ; il y a enfin les attitudes de convention, les saluts, les salamalecs, les habitudes mondaines différentes des attitudes particulières à chacun et donnant à tous les sujets d'un même pays un caractère commun.

Gout et odorat. — Le goût et l'odorat sont les gardiens des voies digestives et des voies respiratoires. Nous avons des répugnances et des envies qui souvent sont des avertissements sur la composition de l'air et des aliments. Nous reconnaissons dans ceux-ci la présence de certaines substances et nous avons ainsi tous un moyen d'analyse plus ou moins parfaite. Certains dégustateurs arrivent à reconnaître les mélanges des vins les plus divers sans se tromper.

L'habitude et la nature sont l'élément principal de cet affinement du goût, mais l'usage du tabac, les saveurs trop fortes en détruisent la délicatesse. Comme pour l'œil, comme pour l'oreille, les centres nerveux habitués à une excitation forte ne perçoivent plus une excitation faible, ils sont émoussés et à demi-paralysés.

L'odorat complète le goût, c'est la sentinelle des voies respiratoires; il nous indique dans l'air la présence de vapeurs malsaines, il nous signale la présence de matières corrompues, d'animaux, d'insectes, de fleurs ou de fruits; il nous aide à reconnaître les objets et acquiert chez les animaux une finesse et une acuité extraordinaires. Un chien sent tout, tout a pour lui une odeur caractéristique; certainement le nez le guide plus que la vue.

Pour conserver et perfectionner cette délicatesse de l'olfaction, il faut se garder de l'émousser par des parfums trop concentrés ou par l'odeur âcre du tabac; il faut porter attention aux odeurs et s'exercer à reconnaître les objets sans les regarder, en les sentant. Il faut veiller surtout à la propreté du nez et éviter de causer par des refroidissements l'inflammation chronique des muqueuses du nez.

Action de l'éducation des sens sur la rectitude de nos jugements. — L'éducation des sens a pour effet de nous mettre toujours en contact avec les objets extérieurs, de nous donner sur la nature ds notions vraies, de nous exercer à les percevoir nettement, de baser ainsi les opérations de l'esprit sur des réalités, ce qui procure à notre jugement les qualités essentielles de pondération et de sûreté en maîtrisant l'imagination capricieuse par la saine raison et l'expérience des choses.

Utilité du travail manuel. — Rien au début de la vie n'est utile comme la pratique d'un ou de plusieurs métiers manuels. Ils fournissent aux sens l'occasion de s'exercer de toutes façons. Ils ont une sanction immédiate, c'est le travail, l'ouvrage terminé et jugé; ils sont un repos pour l'esprit un moyen d'acquérir l'adresse et la coordination, l'intermédiaire nécessaire entre l'idée et la réalisation. Tout s'obtient par la pratique des choses, mais il faut entendre par pratique l'exercice éducatif, l'exer-

cice des organes suivant une direction donnée, avec méthode.

Il y a des règles à suivre dans le travail professionnel pour acquérir un certain degré de perfection : minimum d'effort, rythme le plus avantageux, attitudes favorables au travail, répartition du travail dans les groupes synergiques utiles, exécution correcte des mouvements dès le début de l'apprentissage, alternance des périodes d'activité et de repos pour reculer la fatigue, maniement des outils dans des positions gênées et difficiles.

Toutes ces conditions doivent être remplies, plus tard on aurait beau faire ; quand les coordinations mauvaises sont établies, lorsque certaines habitudes sont prises, il serait impossible de retrouver cette pureté de style, cette manière d'agir où rien n'est inutile, où rien ne contrarie et n'entrave le résultat final, tout acte nerveux et musculaire étant dirigé vers le but et le résultat voulus.

La pratique des outils est donc un moyen d'étendre sa vie de relation, elle rend l'homme plus libre, nous porte à estimer le travail manuel et à en reconnaître la difficulté. Il nous donne des points de contact avec l'ouvrier et assure le moyen de se faire comprendre de lui si l'on a un travail à lui commander.

Le discrédit jeté sur le travail manuel est un indice d'ignorance, ce préjugé doit disparaître une fois pour toutes. Il faut placer le travail manuel à la base de l'éducation, avant toute science abstraite, pour contre-balancer l'incertitude et le vague des études théoriques.

C'est un moyen de combattre les plus grands défauts de notre éducation classique actuelle.

Conditions du progrès. — Les progrès dans l'adresse et la bonne coordination ne sont donc possibles qu'en raison de l'intégrité de nos centres nerveux et de leur état de perfectibilité.

Le muscle n'exécute jamais que ce que les centres nerveux lui demandent; un mouvement est mal réalisé quand la commande a été mauvaise. Si l'on veut corriger ses défauts, c'est au principe du mouvement qu'il faut toucher; l'excitation nerveuse centrale précède l'exécution; elle doit donc être pesée et réfléchie avant de cheminer dans le nerf moteur. Le muscle est incapable de juger et de modifier l'excitation que lui imposent

les centres moteurs, il ne fait que réagir mécaniquement et sans pouvoir en rien adapter son action à l'effet voulu, effet qui lui échappe totalement. Si l'excitation centrale est bien ou mal réglée, le travail commandé au muscle sera bon ou mauvais, bien ou mal exécuté. Le travail d'adaptation se passe en définitive dans les centres nerveux, c'est une conséquence de l'attention et d'une intelligence particulière, spéciale aux mouvements, que tous sont loin de posséder au même degré. Les animaux excellent dans cette faculté tandis que des hommes fort intelligents leur sont très inférieurs à ce point de vue; ce sont là deux qualités différentes; la connaissance consciente et raisonnée du mouvement n'a pas pour conséquence forcée sa bonne exécution dans la pratique. On peut être très maladroit et cependant très instruit en mécanique animale.

L'analyse d'un mouvement ne donne pas les sensations qui nous font trouver les actes musculaires utiles dans la pratique.

Cette sorte de triage que nous faisons en éliminant les contractions nuisibles n'est pas dictée directement par les centres nerveux supérieurs, il reste dévolu aux centres nerveux *dits* inférieurs.

La réflexion et l'analyse mentale peuvent-elles aider l'exécution des mouvements difficiles et jusqu'à quel point cet aide est-il réel et utile? C'est un point délicat à élucider; cela dépend des sujets auxquels on s'adresse. Chez ceux dont la mentalité est fruste il ne peut y avoir de doute. Chez les autres, l'attention portée sur la préparation et le mode d'exécution d'un acte musculaire compliqué peut amener plus vite et plus sûrement sa réussite par le fait que les incorrections sont mieux comprises et plus tôt réparées.

Le progrès consiste dans une répartition économique de notre énergie, il n'est pas admissible qu'il se produise à la suite de la répétition seule de l'exercice; il y a autre chose, chaque nouvelle tentative d'exécution est précédée par un jugement inconscient ou non mais qui modifie l'acte voulu dans le sens de sa parfaite exécution.

Cet acte de raisonnement ou d'ordonnancement est une propriété primitive de la cellule nerveuse; il précède et provoque l'association nouvelle qui sera la bonne, il existe dans toutes les cellules actives du système nerveux et, spécialisé à quelques-

unes *dites* supérieures, il deviendrait la conscience; il n'y aurait donc entre le sujet conscient et le sujet inconscient capable cependant de corriger ses défauts qu'une question de plus ou de moins, le phénomène intime serait le même.

Le rôle de l'attention est toujours d'obtenir une conformité parfaite entre l'ordre donné et l'action voulue. C'est un nouveau problème de mécanique à résoudre pour chaque nouveau cas et c'est en cela que consiste l'éducation plus ou moins parfaite de nos mouvements. Devenu automatique, le mouvement est fixé et ne peut plus s'améliorer puisqu'il ne subit plus l'influence corrective des centres nerveux intelligents; il pourra se répéter sous l'excitant ordinaire des centres moteurs; mais ces centres ne remplissent alors aucun rôle de contrôle ni d'adaptation; ils agissent comme une source électrique inconsciente, ils provoquent le déclenchement du mouvement sans le modifier.

Dans une gymnastique vraiment éducative, il doit toujours y avoir jugement nouveau, adaptation nouvelle, effort vers une acquisition utile et réalisation de combinaisons improvisées et voulues.

Les véritables modifications qui contribuent au perfectionnement physique sont donc à la source même de notre entendement, elles sont mentales et morales; les autres en sont la conséquence naturelle et ne se produiraient pas sans la première. C'est à la source de vie qu'il faut toucher. Rien ne servirait de faire fonctionner isolément les organes si les liens qui les rattachent à cette source de vie étaient rompus. Le poumon, les glandes, les muscles ne jouissent pas d'une autonomie assez grande pour perfectionner l'ensemble de l'organisme si l'on ne s'adresse qu'à eux. Ce n'est pas en augmentant le volume du poumon ou des muscles qu'on obtiendra l'endurance, il faut augmenter l'énergie morale, toucher à ce qu'est le moi, à la volonté, en un mot; quand le moi a été amélioré, quand la vitalité de l'individu a été augmentée, tout le reste suit, les organes de la nutrition obéissent et s'adaptent aux besoins de cette personnalité agrandie. Au contraire, quand le siège de la vitalité a été touché, les actions passives peuvent bien peu de chose sur notre amélioration fonctionnelle. (Demeny, *Education et Harmonie des mouvements.*)

CHAPITRE IV

VIRILITÉ OU EFFET DE L'ÉDUCATION SUR LE CARACTÈRE. INFLUENCE MORALE DE L'EXERCICE

Dualité de l'être humain. — L'être humain est double. Cette dualité se manifeste par l'activité des fonctions de la vie organique et par l'activité morale ou l'âme humaine. Les organes chargés d'entretenir la vie et le mouvement fonctionnent sans le secours de la volonté. Le cœur bat, le sang circule, la poitrine se dilate, les aliments progressent dans le tube digestif, y subissent des élaborations multiples, sont transformés en tissus, tout cela s'effectue sans le secours de notre attention.

Vie organique et vie cérébrale. — Nous pouvons oublier de respirer et de digérer, il y a, heureusement pour nous, les centres nerveux de la vie organique pour y veiller et administrer au mieux notre économie intérieure.

Il ne nous parvient de cette activité intime aucune sensation particulière, à moins de maladie; la douleur est alors un avertissement de la nature pour rétablir l'ordre compromis. Tout animal est une sorte de république formée d'éléments vivant pour leur propre compte et pour l'ensemble de l'individu. Les organes chargés d'une fonction spéciale sont néanmoins solidaires, l'un d'eux ne peut s'altérer sans que les autres n'en ressentent le contre-coup, et l'on voit ainsi apparaître la mort successive des organes dès qu'une fonction importante est supprimée.

L'homme et les animaux possèdent tous cette vie végétative inconsciente, sur l'importance de laquelle nous avons tant de fois attiré l'attention, mais l'homme est particulièrement doué sous le rapport de l'activité cérébrale. Les centres cérébraux

commandent à tout l'être humain ; de leur état de santé ou de maladie, de force ou de faiblesse, de raison ou de folie dépendent la bonne ou la mauvaise direction donnée à notre activité, notre bonheur ou notre malheur.

Les animaux, moins bien doués cérébralement, sont cependant moins sujets à l'erreur, ils possèdent des notions concrètes exactes sur les choses ; leurs instincts sont la résultante de leurs sensations ; s'ils ne sortent pas de leur cercle restreint d'idées, ce qu'ils savent, ils le savent bien. L'imagination et la faculté d'associer des sensations et des idées donnent à l'homme le pouvoir d'abstraction, lui permettent d'abandonner le terrain solide des faits pour s'égarer dans le rêve et l'utopie. Bien dirigée, l'abstraction, est certes une grande force ; sans elle, pas de loi, pas d'ordre, on se perd dans la confusion des faits particuliers, mais la généralisation employée par des cerveaux médiocres est une propriété bien dangereuse et la source des plus grandes erreurs.

Influence réciproque du physique et du moral. — Inversement les centres cérébraux, greffés sur la souche commune, ne peuvent avoir leur existence indépendante ; ils vivent de la vie des autres organes et meurent avec eux. Comme un ministre, ils commandent à la république des cellules, mais ils sont appointés par elles et ne peuvent exister un instant sans elles. La relation intime entre tous ces éléments constitue l'influence réciproque du physique et du moral.

Bichat et Cabanis[1] ont été les premiers à préciser ces rapports ; ils ont posé les bases de la psychologie en montrant que les phénomènes moraux pouvaient être étudiés en eux-mêmes et dans leurs rapports avec les phénomènes généraux de la vie.

Depuis lors, un chapitre nouveau a été constitué comme annexe à la physiologie ; il deviendra certainement l'un des plus importants, eu égard aux applications pédagogiques ; la psychologie éclairera l'éducation intellectuelle et morale comme la physiologie éclaire maintenant l'éducation physique.

Pour le moment, nous pouvons étendre l'effet hygiénique de

1. Bichat, *Recherches sur la vie et la mort* ; Cabanis, *Relations entre le physique et le moral.*

l'exercice à l'activité des centres nerveux et aux fonctions les plus élevées du cerveau. Déjà nous avons constaté que la coordination des mouvements est l'indice d'un affinement des centres moteurs des muscles et qu'il existe une relation entre les mouvements et la nutrition des centres nerveux sensitivo-moteurs.

Mais l'exercice physique agit encore de deux façons pour améliorer la fonction de l'encéphale : il met celui-ci dans de bonnes conditions d'hygiène générale et en facilite ainsi la fonction normale. Il provoque en outre des efforts spontanés, source même de notre énergie et seul moyen de développer nos qualités viriles ; il apporte des notions multiples des organes des sens et établit entre l'activité centripète et l'activité centrifuge du système nerveux un équilibre salutaire et précieux qui retentit sur notre entendement, sur ce qu'il y a de plus élevé dans notre être moral.

Effet hygiénique de l'exercice sur le cerveau. — L'effet hygiénique général de l'exercice s'exerce sur le cerveau comme sur les autres organes par le seul fait de la subordination des fonctions entre elles. L'exercice augmente les échanges nutritifs, il influe sur la vitalité des tissus et active toutes les fonctions.

Il n'y a peut-être pas d'organe plus sensible aux variations de nutrition que le cerveau. Mal nourri, irrigué par un sang impur ou pauvre, il en souffre à sa façon ; il se produit des troubles fonctionnels de nature psychique. L'action des toxines ou ptomaïnes est aussi manifeste que l'action de l'alcool ou du chloroforme exaltant ou abolissant la fonction des centres nerveux.

Pour la même raison, un entraînement rigoureux aux règles de l'hygiène donne à l'économie son maximum de vitalité et fournit aux centres nerveux les éléments réparateurs indispensables. Ceux-là peuvent ainsi faire face à une dépense importante d'énergie sans être au-dessous des conditions d'une bonne nutrition. Le cerveau se trouve dans un état meilleur de fonctionnement, de là une activité intellectuelle plus calme, plus égale, plus positive et une sensibilité moindre.

Les hommes d'étude ont particulièrement besoin de cet effet hygiénique pour reposer leur cerveau toujours en ébullition[1] ;

1. Tissot, *La santé des gens de lettres.*

l'exercice modéré est pour eux le seul moyen d'éviter les troubles de la nutrition qu'engendrent fatalement la fatigue nerveuse et l'état sédentaire. Nous avons vu l'influence décongestive de certains exercices.

Le cerveau ne peut, comme le muscle, rejeter mécaniquement ses déchets. La contraction musculaire en activant la circulation débarrasse le muscle de sang impur, elle lave en même temps le cerveau et pour cela devient un palliatif au travail congestif.

Au contraire un cerveau qui travaille se fatigue car il n'y a pas d'autre mouvement que le torrent circulatoire qui favorise l'élimination des déchets du travail et l'homme d'étude a une circulation ralentie par l'immobilité.

L'exercice musculaire est inséparable de l'exercice des sens et des facultés morales. Comme les muscles, les organes de la pensée et de la volonté s'améliorent suivant la loi générale, en s'accommodant à la quantité et à l'espèce de travail produit. Les phénomènes de la vie organique et les phénomènes moraux sont loin d'être séparés par une barrière infranchissable ; ils ont bien des caractères communs.

Hygiène cérébrale et surmenage scolaire. — La fausse hiérarchie trop souvent établie dans les fonctions a pour conséquence d'introduire dans l'éducation des erreurs correspondantes et de négliger toute hygiène cérébrale dans l'éducation intellectuelle.

On veut toujours faire produire davantage au cerveau sans s'inquiéter s'il peut s'accommoder du surcroît d'activité qu'on lui demande. Les épreuves imposées à la jeunesse amènent plutôt la fatigue que le perfectionnement cérébral, et cet état de choses a son retentissement lointain.

Les concours sont un mode de sélection habituel, mais en sont les premiers éliminés ceux qui ne peuvent supporter le surmenage cérébral. Parmi ces derniers, il en est de très bien doués, pleins d'initiative, organisés pour rendre de réels services, mais incapables de s'assimiler et de répéter en perroquet les matières indigestes d'un long examen. Ils cèdent le pas à des médiocres, dociles, qui possèdent des qualités d'ordre inférieur.

Précocité. — Tous les esprits distingués se sont formés par des efforts personnels, presque tous ont été rebelles à ce surmenage scolaire et n'ont guère brillé au début de leurs études classiques. La précocité est rarement un indice de valeur, le surmenage est la plus déplorable condition de perfectionnement. L'enfant précoce, poussé par ses parents ou par ses maîtres, n'atteindra jamais le degré de développement dont il est susceptible, et, dans la vie, les petits prodiges et les lauréats des concours ne tiennent pas leurs promesses. Ils sont soutenus dans la lutte plutôt par les privilèges que par leurs talents.

Abaissement du caractère par surmenage. — Ceci est grave, une nation dirigée par des hommes précoces et surmenés doit s'attendre à voir baisser le niveau de sa puissance morale et intellectuelle. L'intelligence s'égare, les raffinements intellectuels sont des maladies s'ils n'ont plus rien de commun avec la nature ; plus l'intelligence s'affine et se déprave, moins le caractère se développe.

C'est dans une forte éducation physique qu'il faut alors se retremper. Toutes les erreurs des éducateurs proviennent de la connaissance incomplète de la nature humaine.

Rôle de la psychologie dans l'éducation intellectuelle. — Les gens de lettres, les artistes, les philosophes spiritualistes qui négligent l'influence des forces physiques sur l'être moral sont incomplets et planent dans une sphère de pure imagination. Les romanciers n'ont, pendant longtemps, tenu aucun compte du milieu dans lequel s'agitaient les personnages de leurs romans, ils les faisaient mouvoir à leur gré, sans raison, comme des marionnettes, pour satisfaire la simple curiosité du lecteur et pour lui servir des situations alléchantes. Les philosophes matérialistes, les physiologistes, les anatomistes et médecins, en négligeant l'influence du moral sur l'être physique sont également incomplets et dans l'erreur.

Ce sera aux psychologistes de combler les lacunes existantes et à établir exactement les liens du physique et du moral.

Les phénomènes moraux ne sont pas les phénomènes physiques, mais ils ont comme ceux-ci leurs lois, ils ne sont ni plus ni moins, mais autre chose ; ce sont des fonctions d'organes

différents. La source du mouvement nous est aussi inconnue que la raison des actes moraux les plus complexes, nous savons cependant qu'il n'y a pas plus de pensée sans cerveau que de mouvement sans muscle et de digestion sans estomac.

Influence du moral sur le physique. — L'étude de l'homme moral est absolument inséparable de l'étude de l'homme physique. Il ne peut exister d'éducateurs dignes de ce nom ignorant les relations entre les organes et leurs fonctions, assez peu instruits pour vouloir un surcroît d'activité des fonctions sans s'inquiéter d'améliorer les organes eux-mêmes et surtout sans tenir compte des influences morales.

Il est des cas simples où l'influence du moral sur le physique se manifeste d'une façon éclatante. On connaît maintenant les variations du pouls et les déplacements de la masse du sang sous l'influence d'une excitation cérébrale. Mosso a montré qu'au moindre bruit, le pouls d'une personne endormie devient plus fréquent, sans qu'il y ait réveil ; le sang afflue au cerveau pour le plus faible travail intellectuel.

L'étude du pouls capillaire donne des indications précieuses sur l'influence de ce travail [1]. Ces modifications demandent l'intégrité des centres nerveux ; chez les personnes atteintes de faiblesse cérébrale, rien de pareil ne se produit. Des gens normaux sont dans le même cas sous l'action du tabac, du café fort ou d'une grande douleur.

Sous l'influence d'une émotion, le cœur bat plus vite, la respiration est haletante, les vaisseaux changent de calibre, le volume du bras et de la main diminue. L'émotion est-elle plus forte, la syncope peut survenir. La peur vous paralyse et produit des troubles intestinaux graves, le corps est pris de tremblements et se couvre de sueur, la vessie se contracte et l'intestin se vide, on perd tous ses moyens de défense. Les émotions troublent la digestion et en modifient les ferments. Les passions chroniques altèrent la santé ; le cœur et le foie sont les premiers organes à en ressentir le contre-coup ; avoir gros cœur est une expression proverbiale. La colère, la haine rendent malades et malheureux ceux qui s'y abandonnent. La

1. Binet et Courtier, *Année psychologique ;* Binet et Henri, *La Fatigue intellectuelle.*

bonté, la joie et la gaîté, au contraire, épanouissent; chez l'homme tranquille, recherchant les émotions douces, le sang circule plus facilement, la nutrition est plus active, la santé générale est meilleure. Féré cite des exemples de troubles moraux causés chez les enfants par la frayeur, par de mauvaises rencontres, par des domestiques vicieux. Il recommande de ne pas perdre les enfants de vue avant l'époque où, mieux instruits sur les dangers qui les menacent, ils pourront les éviter d'eux mêmes[1].

L'âge, en modifiant la contractilité des vaisseaux, diminue la manifestation extérieure de l'émotion; un front jeune rougit et pâlit facilement : celui de l'homme mûr reste impassible.

Les hommes d'affaires, les hommes politiques, les ambitieux toujours inquiets et passant des points extrêmes de la joie à la déception, meurent jeunes et ne sont pas des modèles de sujets équilibrés durant leur vie.

Mosso dans son livre sur la peur[1] développe ces influences morales avec son talent de vulgarisateur.

Les centres nerveux sont éminemment excitables, il ne faut pas une bien grande dose d'alcool pour amener l'ébriété et l'inconscience. Les affaires se traitent facilement à table après boire, et les confidences sont alors faciles. *In vino veritas*, dit le proverbe. La musique aussi possède une action très excitante, elle exalte les sentiments. On soulève les masses avec des chants auxquels on adapte des paroles de circonstance. Le clairon et le tambour ramènent les traînards, une marche entraînante accélère l'allure d'une troupe fatiguée.

Par la suggestion, on arrive à faire exécuter les actes les plus variés à des personnes hypnotisables, et l'on influe sur leur santé et leur état mental.

La fatigue agit au début comme un excitant, le travail intellectuel augmente d'abord la force musculaire, puis la déprime; la fatigue musculaire amène des troubles cérébraux, de l'insomnie, des rêves.

La maladie modifie profondément le caractère; avant d'éclater, elle est précédée d'un période de troubles moraux caractéristiques.

1. Féré, *Instinct sexuel, Evolution et dissolution*, Paris, F. Alcan.
2. Mosso, *La Peur*, Paris, F. Alcan.

Ainsi les relations du physique et du moral sont certaines et d'un intérêt évident, l'éducateur doit les connaître, il n'agit sur ses élèves que par son influence morale, souvent le reste lui échappe ou se produit sans lui et malgré lui.

L'effet résultant de ses efforts dépend de l'accord entre les moyens employés et l'état psychique de chacun.

On ne doit ni rien forcer ni rien imposer, il faut prendre l'élève dans l'état où il se trouve, le comprendre et l'amener à un degré plus élevé en suscitant son effort personnel. C'est affaire de suggestion; certains sujets réagissent aux impressions et aux excitations extérieures comme de véritables automates, on peut les faire agir à volonté, ils n'ont aucune personnalité; il suffit de connaître leur caractère et leur manière de réagir pour en tirer ce que l'on désire. D'autres possèdent une infériorité cérébrale notoire, on ne perdra pas son temps à les éclairer ou à leur développer des vérités d'un ordre élevé. On se contentera chez eux d'un petit changement et l'on s'armera de patience, sachant combien le temps est l'élément essentiel du progrès.

Source de nos jugements. — Toute détermination, aussi spontanée qu'elle paraisse de notre part, est cependant une réaction ayant son point de départ dans des sensations antérieures. Elle n'est souvent qu'un acte réflexe plus ou moins compliqué, plus ou moins lointain, inconscient ou éclairé par notre jugement. Nos jugements sont basés eux-mêmes sur nos sentiments ou nos impressions, les vérités qu'ils expriment sont toutes relatives à notre manière de sentir. Chacun est affecté différemment par les choses extérieures, cela dépend du sexe, de l'âge, de l'état de santé et de maladie, du milieu du régime et d'une infinité d'autres choses. C'est la raison des divergences d'opinions et des variations dans notre manière de penser. Pour M. Le Bon[1] une vérité ne prend pas pied par le raisonnement, elle n'est définitivement établie que lorsqu'elle est passée à l'état de sentiment et d'habitude dans le public à force d'être répétée. Ceci est peu encourageant, mais semble exact, l'erreur s'enracine dans les masses aussi fortement que la vérité. Elles la défendent ensuite

1. Le Bon, *Psychologie des races*.

avec autant d'aveuglement qu'elle avaient mis de passion à la repousser.

Pour beaucoup, le jugement n'est établi que sur les impressions. *Cela plaît ou déplaît* est la seule raison dirigeante. Il n'y a qu'un moyen de modifier cet état de choses, s'il est modifiable, c'est de perfectionner nos sens, de raisonner nos sensations afin de perfectionner nos jugements, de diriger nos sentiments et nos passions vers un but fécond, de prendre de saines habitudes conformes à la nature pour maintenir nos organes en bon état, de donner à notre intellect des impressions vraies et d'influer ainsi sur nos qualités d'ordre intellectuel et moral.

Nécessité de l'effort personnel. — Le seul fait de vouloir s'améliorer en s'exerçant est déjà un grand progrès. L'inaction et la mollesse sont la source de tous les vices et l'abîme où s'effondre le caractère.

Sans effort personnel, il n'y a pas d'amélioration possible; la fortune supprimant l'obligation de l'action et de la lutte donne l'apparence du bonheur à des âmes misérables. C'est une calamité pour un jeune homme de jouir trop tôt d'une aisance non gagnée et de n'être plus invité à l'effort par le besoin ou la passion d'agir.

L'activité porte en elle-même sa récompense, elle donne la satisfaction grande de l'effort accompli, augmente le sentiment de la dignité et élève le moral de l'homme. On ne rencontre de caractères trempés que chez les travailleurs marchant vers un but fixe sans reculer devant les difficultés qui se présentent.

Intelligence et caractère. — Il ne manque pas d'intelligences; on est même plus intelligent qu'autrefois, on l'est plus que jamais dans certaines périodes de décadence; mais comprendre n'est pas agir. Sur cent qui comprennent, il n'y en a pas un qui puisse réaliser, de là la quantité innombrable d'hommes à systèmes, à théories plus ou moins savantes, amateurs bien doués, mais sans énergie, gens fatigués et dégoûtés avant de commencer l'ouvrage, architectes dressant de beaux plans artistement dessinés, mais abandonnant l'édifice dès la fondation pour en recommencer d'autres toujours inachevés; êtres capricieux, incapables de dominer leurs impulsions réflexes et devenant ainsi le jouet de leurs passions.

A toutes ces intelligences sans énergie, il manque l'effort durable, la tension constante de la volonté vers un même but. Au lieu d'aller droit devant eux, ils louvoient, ils s'occupent des opinions et des aboiements de la presse intéressée. Vaniteux avant tout, ils abandonnent la route et reviennent sur leurs pas sans jamais avancer pour se tourner toujours où il y a apparence de succès.

Il faut retremper ces natures abâtardies dans une forte éducation physique, abandonner les moelleux couchers et les raffinements de la luxure, vivre à la dure, se lancer dans les sports présentant des difficultés, quelque danger même; c'est ainsi qu'elles retrouveront l'énergie et le courage perdus, la volonté éteinte et la confiance en soi ébranlée. Elles seront bien payées de leurs peines, elles éprouveront encore du plaisir à vivre et retrouveront l'estime de soi-même, sentiment bien au-dessus de toutes les jouissances matérielles.

Dans l'association des deux êtres formant l'individu, le cerveau doit commander à la brute. La vie peut sans doute exister sans cela, mais quel spectacle nous offre l'homme faible, l'hystérique, le malade chez qui la vie végétative domine. L'être moral ne doit jamais perdre son autorité sur le corps, et celle-ci peut devenir très grande.

Des sujets faibles musculairement sont capables de prodiges de valeur, tandis que des corps d'athlètes peuvent être mous et lâches. La volonté s'exerce même sur la santé des viscères, on résiste énergiquement si l'on veut à l'action du froid ou de la fatigue; l'auto-suggestion n'est pas un vain mot, c'est un fait incontestable.

Action psychique des jeux en commun. — Les jeux en commun développent l'esprit de solidarité et mettent en action les forces morales les plus complexes. Placez deux hommes en présence, ils s'influencent l'un l'autre, ils se suggestionnent; chez eux, de nouvelles forces se développent, l'amour-propre, l'orgueil, la jalousie, comme la bonté et l'esprit de sacrifice dominent tour à tour.

Les exercices méthodiques sont indispensables par la raison de leurs effets intenses sur l'individu, mais les jeux libres ont une action morale certainement plus marquée.

La contrainte et l'ennui engourdissent les fonctions et font languir la vie, la joie épanouit et rend l'effet hygiénique meilleur.

Il faut assister à la sortie d'une école, voir les mouvements fous des élèves, entendre leurs cris sauvages pour comprendre ce qu'il y avait de comprimé dans ces enfants maintenus de force immobiles sur leurs bancs d'étude.

C'est la soupape de sûreté qui s'ouvre, il faut l'ouvrir toute grande et bien se garder d'intervenir fâcheusement dans cet élan spontané.

Il y aura peut-être de légers accrocs ; peu importe, ils endurciront aux coups et feront mépriser la douleur. Le jeune homme heureux de goûter à la vie complète, libre, débordant de vigueur et de santé, habitué à faire des effets constants de volonté restera sourd aux entraînements des passions malsaines dont il aura senti l'action déprimante.

Il fuira la débauche et en aura horreur parce qu'elle lui ferait perdre la vigueur tant aimée.

Il faut savoir s'astreindre a une tache pour obtenir un résultat. — Ainsi se développent avec l'exercice les grandes qualités viriles, le plus grand bien à envier avec la santé. On attribue de l'ennui aux pratiques méthodiques de la gymnastique et l'on rejette d'excellentes habitudes pour un motif aussi futile. C'est là une marque de faiblesse de caractère. Le fort recherche les difficultés et passe au-dessus d'un sentiment momentané d'ennui en vue d'un résultat utile et certain. Il fait un effort sur lui-même qui le grandit moralement en exerçant sa volonté et sa raison.

Les enfants auxquels on évite les difficultés s'ennuient partout, ils ressemblent à ceux qui ont les plus beaux jouets et n'ont pas le courage de s'en servir.

L'éducation française est déplorable sous ce rapport, on cherche à enlever à l'enfant toute occasion de se fortifier : au lieu de lui apprendre à nager, on lui inculque la crainte de l'eau, il finit par s'y noyer, paralysé par la peur.

L'éducation physique ne contribue pas forcément a l'éducation morale. — L'éducation morale et l'éducation physique se touchent et s'influencent, mais ne peuvent se confondre ; la force physique peut exister en dehors de toute moralité, il faut deux

enseignements concordants; l'enseignement moral doit dominer l'éducation physique.

L'éducation physique peut être déviée de son vrai but, si on la considère comme un moyen de satisfaire la vanité, un prétexte à de sots spectacles où l'on flatte la curiosité des badauds, pis que cela, où l'on joue et où l'on parie des sommes d'argent.

Si l'on invite dans des concours mal dirigés les jeunes gens à se mesurer sans méthode, sans fixer de limites à l'effort, on tue la notion élevée de l'éducation pour laisser place à des intérêts vulgaires, à des satisfactions d'amour-propre ridicule; on donne naissance à un être nouveau appelé professionnel difficile à définir, se tuant dans des records et recevant en échange beaucoup d'argent et les applaudissements du public.

Action immorale des records et des enjeux. — Certes, l'exercice ainsi compris loin d'être un bienfait devient un vice et une source d'immoralité, un prétexte au désordre et à la débauche.

Les célébrités professionnelles se livrant à ces orgies d'efforts sont naturellement en nombre limité, elles rendent le plus mauvais service à la grande cause de l'éducation physique en la faussant, en éloignant les faibles de la pratique des exercices ainsi dénaturés.

On n'aime généralement pas à montrer son infériorité; les faibles, très sensibles sur ce point, préfèrent l'abstention aux blessures d'amour-propre.

Les *recordmen* ne bénéficient pas eux-mêmes des avantages de l'exercice; ils sont bientôt atteints par les accidents du surmenage, et leur moral s'abaisse à la hauteur des sentiments qui les animent.

Quel attrait offrent donc les spectacles acrobatiques vides de tout idéal, spectacles où l'émotion et l'attention du public sont éveillées par les promesses d'un programme de plus en plus extraordinaire, où l'intérêt général n'a rien à voir. Voilà comment les belles causes se perdent, il est grand temps de montrer au public ses erreurs. Un enseignement populaire et des concours d'ensemble pourront peut-être rétablir le bon sens égaré et détruire les préjugés existant sur ces questions. L'exercice n'a d'influence morale que par l'idée dominante et l'élévation d'esprit de ceux qui le dirigent.

TROISIÈME PARTIE

CONTROLE DES RÉSULTATS OBTENUS

Les modifications suscitées par l'exercice peuvent se mesurer. — Les résultats de l'entraînement et de l'exercice peuvent se contrôler ; la force statique et le travail se mesurent; la résistance à la fatigue, c'est une somme de travail produit; l'adresse c'est l'effet utile et la perfection des mouvements. La marche, la course, le saut, le grimper, le lancer, la lutte sont des modes du travail que l'on peut analyser.

La beauté même se mesure au moyen des proportions du corps; l'activité nutritive est en rapport avec l'intensité des fonctions digestive, circulatoire et respiratoire[1].

La mesure est le seul moyen d'éviter les erreurs d'appréciation. — On n'est pas autorisé à faire prévaloir un système d'éducation physique sur un autre si l'on n'est pas fixé sur la valeur et l'effet utile de certains exercices : les opinions ne constituent que des probabilités sans valeur scientifique.

Des cohéritiers se disputent pour le partage de leurs terres, ils ne seront jamais d'accord si le géomètre ne vient déterminer exactement la contenance de leurs parts; la balance règle seule les comptes du débiteur et du créancier.

On a discuté pendant des années sur les allures du cheval, la photographie a résolu la question et fait tomber les préjugés enracinés chez les praticiens.

La mesure dans les phénomènes physiologiques est parfois

1. Demeny, De la précision des méthodes d'éducation physique, *Revue scientifique*, 1890.

difficile, mais difficulté n'est pas impossibilité. Un problème ne se résout pas de lui-même, il faut apporter à sa solution les ressources de la méthode.

Le problème de l'éducation physique est susceptible de précision, il doit être attaqué par tous les moyens dont la science moderne dispose; chaque fois qu'on s'est donné la peine de mesurer, chaque fois les notions sont devenues plus nettes; apporter un instrument de mesure nouveau, c'est rendre plus de service à la cause que de formuler des opinions ou des critiques préconçues.

Les inventeurs du phlogistique et d'autres théories métaphysiques n'ont pas fait avancer d'un pas la connaissance des choses; sans les ingénieurs, les forces de la nature n'auraient jamais été employées, leur transformation et leur équivalence eussent été ignorées.

Helmholtz, Ludwig, Piorry, Marey, Mosso et d'autres ont ouvert à l'investigation une voie sûre et féconde en la dirigeant vers la mesure précise, la seule où l'on ne puisse s'égarer.

L'éducation physique doit se perfectionner sans cesse, les manuels pédagogiques doivent être remaniés; ce travail de revision sera singulièrement facilité si l'on peut asseoir les réformes sur des données expérimentales fournies par les résultats obtenus.

Technique des mensurations. — Un laboratoire spécial de recherches physiologiques concernant le perfectionnement physique doit comprendre des appareils de mensuration de la forme du corps immobile et de la forme en mouvement, un laboratoire de photographie, de radiographie et de chronophotographie. Cette installation doit être permanente et permettre de faire toutes les études de cinématique à la lumière solaire ou à la lumière artificielle.

Il doit comprendre aussi les appareils de mesure de la force statique et du travail, du poids et du centre de gravité, de la température et de la calorimétrie; les inscripteurs de la vitesse et du chemin parcouru.

Les inscripteurs et compteurs usités dans la physiologie et la psychologie pour l'étude des contractions musculaires, de la circulation et de la respiration;

Un laboratoire d'analyse chimique et microbiologique pour l'étude du sang, de l'urine et autres excréta.

Les appareils de mensuration seront de deux sortes, pour les mensurations ordinaires et pour les mensurations physiologiques.

Les mensurations pourront porter sur un groupe restreint d'élèves, à la condition que l'on conserve sensiblement dans ce groupe la proportion des éléments variés que présente l'ensemble.

La *taille* et la *longueur du membre inférieur* se prennent du même coup, en notant sur la toise, en même temps que la hauteur de la tête, celle du grand trochanter au-dessus du sol.

La *circonférence du thorax* se prend au moyen du ruban métrique dans un plan horizontal, après une expiration et une inspiration profondes.

La *circonférence abdominale* se prend au moyen du ruban métrique dans un plan horizontal et au niveau de l'ombilic.

Nous avons construit avec le concours de M. Otto Lund une série d'appareils de mensuration spéciaux ; en voici quelques-uns.

Mesure des diamètres du thorax. — Les *diamètres thoraciques* se prennent au moyen d'un compas d'épaisseur spécial, à la hauteur de la pointe du sternum et dans un plan horizontal, après une expiration et une inspiration profondes[1].

Les mensurations ou mesures de la poitrine sont extérieures ou intérieures :

Les mesures extérieures ont pour but de se rendre compte de la forme et des dimensions de la cage thoracique ainsi que de l'accroissement absolu de ces dimensions pendant les mouvements respiratoires.

Le ruban gradué peut servir à mesurer la hauteur du sternum et les circonférences supérieure et inférieure de la poitrine.

Mais ces dernières sont tellement influencées par les masses musculaires qui recouvrent le thorax, qu'il faut se méfier de leurs indications ; il est préférable de leur substituer la mesure

1. Demeny, Nouveaux instruments d'anthropométrie, *Comptes rendus Académie des Sciences*, 1888.

des diamètres thoraciques, au moyen d'un compas d'épaisseur analogue à ceux dont se servent les sculpteurs et qui permet de mesurer exactement les diamètres importants de la cage thoracique, c'est-à-dire le diamètre antéro-postérieur et le diamètre transverse. Le rapport des deux diamètres appartenant à une même section du thorax est appelé quelquefois *indice thoracique* par les auteurs et donne une idée de la forme du thorax. Il ne faut pas oublier de faire ces mesures en double, c'est-à-dire dans le moment de l'expiration la plus complète, ce qui donne une valeur minimum, et dans celui de l'inspiration la plus ample possible, ce qui donne un chiffre maximum. Le chiffre moyen peut être pris approximativement pour la valeur des dimensions du squelette de la poitrine à l'état de repos, et la différence entre les chiffres extrêmes donne une idée de l'amplitude des mouvements respiratoires.

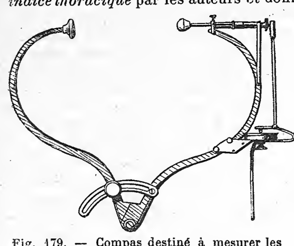


Fig. 179. — Compas destiné à mesurer les diamètres du thorax et la différence entre l'inspiration et l'expiration.
L'appareil peut enregistrer les mouvements des côtes.

Dans un thorax bien conformé le diamètre transverse l'emporte sur le diamètre antéro-postérieur, et le rapport du second au premier est environ celui de 5 à 7. Le diamètre transverse correspond au développement des poumons, aussi ce développement est-il important à mesurer. On le trouve médiocre chez les sujets qui ont une poitrine bombée et aplatie latéralement; cette forme du thorax dans lequel le diamètre antéro-postérieur égale ou l'emporte même sur le diamètre transverse a reçu communément le nom de *poitrine de poulet,* c'est un des mauvais types de conformation thoracique.

Les différences qui existent entre les dimensions des thorax de sujets adultes en bon état de santé sont assez minimes. Le diamètre antéro-postérieur pris au niveau de l'appendice

xiphoïde mesure environ 20 à 22 centimètres dans l'inspiration maximum et 18 à 20 dans l'expiration. Le diamètre transverse maximum pris à un niveau inférieur et avec les précautions particulières sur lesquelles nous insistons ci-après, mesure de 28 à 32 centimètres dans l'inspiration et de 24 à 29 centimètres dans l'expiration.

Les modifications qui se produisent dans les dimensions de la poitrine d'un même individu sont encore plus difficiles à constater, aussi faut-il bien se mettre en garde contre les erreurs de mesure venant de l'accroissement du volume des muscles.

On aura d'abord soin de mesurer les diamètres thoraciques en des sections homologues du thorax, afin de rendre les résultats comparables entre eux. Pour le diamètre antéro-postérieur on appuiera une pointe du compas contre l'extrémité du sternum appelé appendice xiphoïde et l'autre pointe à l'épine de la vertèbre dorsale qui lui correspond dans un plan horizontal. Pour le diamètre transverse on choisira celui qui correspond à ce même plan horizontal ou bien, ce qui est quelquefois plus commode, le diamètre transverse maximum situé à un niveau inférieur un peu au-dessus des fausses côtes. On appuiera les pointes du compas sur deux côtes correspondantes, en les rapprochant le plus près possible du corps même de ces côtes que l'on sentira à travers les téguments. Cette observation est surtout importante dans le cas où le sujet à mesurer est gras. Nous avons construit à cet effet un *compas thoracique* (fig. 179) dont les pointes mousses sont en ivoire. L'une de ces pointes est fixée directement à la branche du compas, l'autre est portée par une tige à ressort qui glisse à volonté dans un tube portant un index repéré. Cette disposition permet de retirer facilement le compas sans l'ouvrir et pourtant sans blesser le sujet en expérience ni nuire à l'exactitude de la mensuration.

L'élasticité du ressort force la tige qui porte le bouton d'ivoire à s'appuyer constamment contre la poitrine et néanmoins laisse à cette tige le jeu nécessaire aux mouvements respiratoires. La course de cette tige mesure ainsi l'augmentation des diamètres du thorax pendant l'inspiration. Ces mouvements peuvent s'inscrire au moyen du tambour récepteur que l'on voit sur la figure.

Les mesures précédentes peuvent déjà donner une idée du mode d'accroissement de la capacité pulmonaire. Il est cepen-

dant utile de mesurer directement celle-ci au moyen de procédés qui constituent les mesures intérieures du thorax et portent le nom de spirométrie.

Mesure de la capacité respiratoire. — La spirométrie est la mesure du volume maximum d'air introduit dans les poumons d'un individu, après une grande inspiration. Ce volume, mesuré sous la pression atmosphérique, est égal à l'accroissement du volume du thorax produit par l'élévation des côtes et l'abaissement du diaphragme. L'intérêt de cette mesure est assez grand, car les échanges des gaz entre l'air et le sang varient très probablement dans le même sens que le volume d'air inspiré, de telle sorte que la recherche de la capacité respiratoire d'un homme peut, quand elle est entourée de certaines précautions, donner des indications certaines sur l'état des organes respiratoires et montrer si le sujet en expérience a bénéficié ou souffert du régime qu'on lui fait suivre.

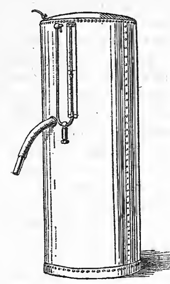


Fig. 180. — Spiromètre enregistreur à capacité fixe.

On a fait beaucoup de spiromètres différents, mais ils ont presque toujours un organe essentiel commun, un réservoir étanche qui sert à recueillir l'air expiré et à en mesurer le volume directement sous la pression atmosphérique. C'est dans ce but que l'on emploie les cloches équilibrées, les vessies de caoutchouc, etc.

La construction de ces instruments est assez délicate, assez coûteuse et de dérangement facile. Pour obvier à ces inconvénients des spiromètres courants, nous avons adopté une disposition plus simple.

Nous nous servons d'un grand réservoir en fer de 330 litres environ, à parois solides, dans lequel on insuffle l'air expiré au moyen d'un tube de caoutchouc garni d'une embouchure de verre rodé. On choisi un tube de diamètre au moins égal à celui de la trachée, afin de ne pas créer d'obstacle au passage de l'air

expiré de la poitrine dans le récipient et de ne pas changer le rythme respiratoire.

La pression intérieure monte, sous l'influence de l'expiration, de quelques centimètres d'eau, un manomètre à air libre fait connaître cet accroissement de pression.

Si l'on prend soin de graduer expérimentalement ce manomètre, en injectant dans le récipient 1, 2, 3, 4, 5... litres d'air et en marquant la hauteur de l'eau correspondant à chaque nouveau litre introduit, on pourra lire facilement le volume d'air injecté, en raison de la pression manométrique correspondante.

Ce spiromètre est très facile à construire, fort peu coûteux ; un tonneau quelconque peut servir à sa confection, pourvu qu'il soit étanche. S'il a le défaut de mesurer l'air expiré sous une pression supérieure à la pression atmosphérique, cet inconvénient diminue lorsqu'on prend un tonneau suffisamment grand. Il suffit que pour 5 litres introduits la pression ne dépasse pas 20 centimètres d'eau. Le spiromètre ainsi construit peut rendre de bons services dans les écoles ou l'on voudrait établir des moyennes de la capacité respiratoire des enfants et constater les modifications de cette capacité respiratoire par suite de l'éducation physique qu'on leur fait subir.

Mais il faut bien remarquer que l'homme ou l'enfant que l'on fait souffler dans un spiromètre ne donne pas d'emblée un chiffre constant qui représenterait sa capacité réelle : il donne toujours un chiffre inférieur à cette capacité. Cela tient à ce qu'il ne sait pas d'abord exécuter les actes musculaires de l'inspiration dans toute leur plénitude, il ne sait pas non plus contenir dans ses poumons tout l'air inspiré. Il en perd une partie d'abord en portant l'embouchure du spiromètre à ses lèvres et ensuite pendant l'insufflation ; de plus, au lieu d'expirer sans effort, la glotte largement ouverte, il serre la gorge et les lèvres, il se fatigue inutilement et, pour ces raisons multiples, ne rejette pas tout l'air que ses poumons auraient pu contenir après une inspiration maximum.

Ce sont pourtant les chiffres maxima de capacité pulmonaire qu'il faut prendre comme chiffres vrais ; on ne peut, en effet, rejeter hors de la poitrine plus d'air qu'elle n'en contient, à la condition, bien entendu, de ne pas inspirer par le nez à la manière

des émailleurs et des orfèvres qui se servent du chalumeau; mais on peut en rejeter une plus faible partie. Aussi est-ce sur des chiffres maxima qu'il faut établir une moyenne pour qu'elle ait quelque valeur et lorsque le sujet en expérience aura contracté une habitude suffisante de l'instrument. Il n'est pas nécessaire de lui faire rejeter totalement et en une fois tout le volume de l'air inspiré, il ne faut pas non plus faire durer l'expiration trop longtemps. Celle-ci doit être naturelle, continue et exécutée dans l'attitude debout en ayant soin de placer l'instrument de façon à ce que l'embouchure soit à la hauteur de la bouche et en desserrant les vêtements qui pourraient empêcher la dilatation thoracique.

La quantité d'air inspiré dépend surtout de la facilité avec laquelle le sujet peut dilater son thorax, c'est-à-dire de la puissance des muscles inspirateurs et de la mobilité des côtes. Il est important de ne pas séparer l'étude du rythme respiratoire d'un sujet de l'étude des modifications de sa capacité pulmonaire. Et le spiromètre précédent se prête justement bien à ce mode de recherches.

Le récipient est assez vaste pour que l'on puisse impunément faire quelques inspirations et expirations en variant ainsi la pression intérieure. Le manomètre oscille alors en suivant le rythme respiratoire et les mouvements de l'air inspiré et expiré. Mais il est beaucoup plus précis d'inscrire ces variations de pression de l'air au moyen des appareils enregistreurs usités, et de conserver des tracés comparables qui donnent les éléments de la respiration du sujet au moment de l'expérience.

On peut ainsi constater et mesurer les variations qui se produisent dans la respiration chez les différents sujets qui s'entraînent à la course et en même temps connaître le volume de l'air qu'ils inspirent.

Ces données intéressent l'éducation des coureurs et permettent de diriger cette éducation en hâtant volontairement les résultats utiles qui doivent fatalement et spontanément se produire chez tous, mais dans un délai beaucoup plus reculé.

Forme des sections de la poitrine. — Le *thoracomètre*[1] est

1. G. Demeny, *Nouveaux instruments d'anthropométrie*, 1890, et *Archives de physiologie* de Brown-Séquard.

destiné à donné la forme exacte d'une section horizontale du thorax à une hauteur quelconque : il se compose d'une ceinture métallique garnie de tiges à ressort guidées par des tubes rayonnant tous vers le centre de l'appareil (fig. 181). Les tiges sont terminées par des boutons d'ivoire et viennent toutes au contact du corps. Le sujet en expérience est introduit dans l'appareil qui se divise à cet effet en deux parties suivant un diamètre. Les tiges suivent les mouvements du thorax sans le gêner,

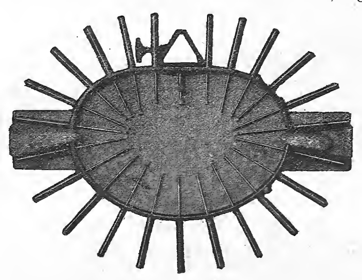


Fig. 181. — Thoracomètre fermé et placé sur la planchette pour reproduire une section du thorax sur une feuille de papier.

et un mécanisme spécial permet au moyen d'un seul verrou d'immobiliser instantanément toutes les tiges et de conserver ainsi la forme d'une section du thorax après la sortie du sujet. On peut prendre la forme du thorax en inspiration comme en expiration et se rendre compte du jeu des côtes dans les mouvements respiratoires (fig. 182).

On donne à l'instrument une forme se rapprochant le plus de celle de la poitrine, il peut servir ainsi aux thorax déformés des scoliotiques, et les tiges sont amenées normalement aux parois du thorax.

La forme du thorax est ensuite fixée par application sur une feuille de papier. Le thoracomètre doit être bien construit, son

prix est nécessairement assez élevé; mais j'ai imaginé un appareil plus simple de même principe destiné à prendre uniquement

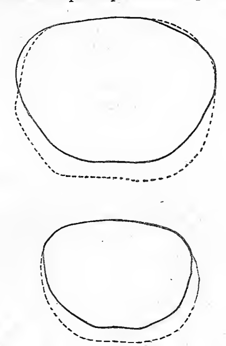


Fig. 182. — Sections horizontales du tronc au-dessous du mamelon chez un adulte et un enfant obtenues au moyen du thoracomètre.
Les traits ponctués correspondent à l'ampliation thoracique pendant l'inspiration profonde.

les deux diamètres antéro-postérieur et transverse, il est très commode dans certains cas. Il n'y a que quatre tiges a ressort, ce qui simplifie singulièrement sa construction.

Forme des profils du corps. — *L'appareil inscripteur de profils* [1] se compose d'un chariot guidé dans une glissière verticale, le long de laquelle s'appuie le sujet en expérience. Ce chariot porte une tige rappelée par un ressort et par un parallélogramme articulé.

Pour avoir les courbures du rachis, le sujet s'appuie contre la glissière, le galet terminant la tige roule sur les ondulations du rachis lorsqu'on imprime au chariot un mouvement vertical.

1. G. Demeny, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 7 mai 1888.

La tige se termine par un crayon inscrivant sur une feuille de papier la forme du rachis en vraie grandeur (fig. 183 et 184).

L'inscripteur des sections verticales donne des indications plus complètes ; il permet de prendre instantanément et en vraie grandeur la section du tronc par un plan vertical (fig. 185).

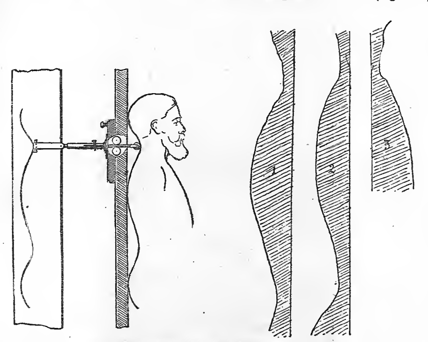


Fig. 183. — Appareil inscripteur des profils du corps.

Fig. 184. — Tracés obtenus avec l'appareil précédent.
1 et 2, profil du sillon rachidien ; 3, profil antérieur du cou et du sternum.

Le sujet en expérience est immobilisé par un système de supports solides tandis que deux tiges à rouleaux viennent comme un compas prendre à chaque instant son épaisseur qui s'inscrit sur une feuille de papier.

Les indications du thoracomètre et de l'inscripteur des sections verticales permettent en les associant de reconstituer le thorax en vraie grandeur (fig. 187).

Forme des courbures rachidiennes. — Le *Rachigraphe* est spécialement destiné à donner le dessin des courbures de la colonne vertébrale.

Il donne les *courbures normales* antéro-postérieures et surtout les *courbures latérales pathologiques*. Les tracés sont obtenus directement sur papier quadrillé et réduits de moitié par le pantographe.

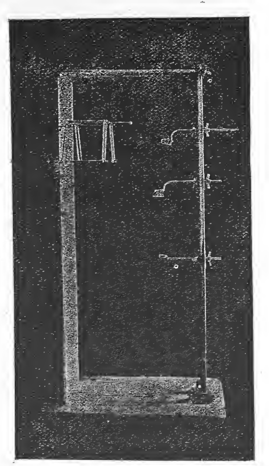


Fig. 185. — Appareil inscripteur des sections verticales du tronc en vraie grandeur.

Cette réduction présente le double avantage de joindre l'exactitude des dessins à la petitesse de leur format.

L'instrument est fixé directement au moyen de bretelles sur le dos du sujet, ce qui permet de le placer dans des attitudes variées et le met à l'abri des causes d'erreur provenant de son déplacement par rapport à l'appareil.

Les difficultés que présentent les mensurations dans les dévia-

tions rachidiennes tiennent en partie à la longueur de temps qu'elles exigent. Si l'on procède par points en relevant successivement les différentes saillies du rachis, la mesure peut être inexacte parce que le sujet se sera déplacé pendant l'opération.

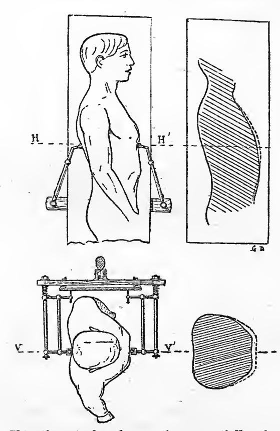


Fig. 186. — Elévation et plan des parties essentielles de l'inscripteur des sections du tronc.

Si on immobilise le sujet, il se fatigue et ne garde pas l'attitude habituelle.

Nous avons récemment beaucoup simplifié les appareils de mensuration, nous les avons réduits à un conformateur très simple qui peut servir à toutes les mesures du corps.

Une série de fiches en bois sont mobiles autour d'un axe rigide (fig. 188).

Cet axe peut se fixer sur un bâti, un montant fixe ou même sur le dos du sujet (fig. 189). On amène l'extrémité des fiches

en contact avec le rachis ou la partie du corps dont on veut avoir la forme et on les immobilise ensuite par un serrage suivant l'axe. Ce dernier peut se détacher de son support; il est alors facile de prendre l'empreinte ou le dessin sur le papier du contour indiqué par les fiches.

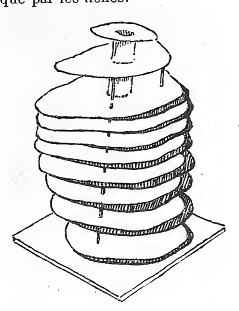


Fig. 187. — Forme d'un thorax reconstitué au moyen de sections horizontales données par le thoracomètre et au moyen des profils du corps. La partie teintée de hachures indique l'ampliation du thorax pendant une inspiration profonde.

Si la courbe est gauche, ce qui a lieu dans les cas pathologiques, on en prendra deux projections sur deux plans rectangulaires on suivra les sinuosités de la courbe au moyen d'un crayon fixé à une équerre placée sur le papier.

L'instrument est particulièrement intéressant parce qu'il permet de conserver des documents comparables entre eux.

Je me sers de fiches de bois recouvertes d'une légère couche de colle, je prends la mensuration, puis après le serrage des fiches, je les mouille avec de l'eau chaude, je laisse sécher et j'obtiens ainsi un bloc de bois représentant le contour désiré comme un véritable moulage.

On conçoit qu'avec deux appareils de ce genre maintenus parallèles, on puisse obtenir très rapidement la forme de la

section du tronc ou les profils antérieur, postérieur et latéraux (fig. 190).

Pour avoir la coupe verticale du tronc, il suffira de fixer deux tiges garnies de fiches à deux montants verticaux; pour avoir

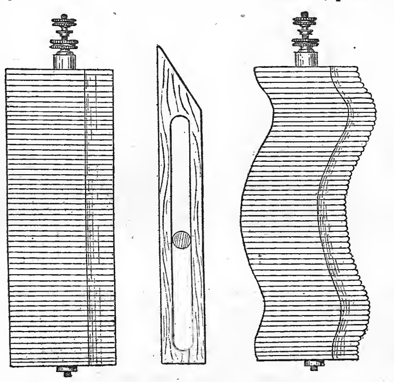


Fig. 188. — Conformateur général du corps.

une section horizontale du thorax, on emploiera quatre tiges garnies de fiches fixées à un cadre dans lequel s'introduit le sujet en expérience (fig. 191).

Le principe restant le même, la disposition peut varier et s'adapter aux cas les plus divers. Je simplifie par ce moyen l'arsenal fort coûteux des appareils de mensuration.

Une disposition très commode consiste à réunir le conformateur vertical au conformateur horizontal. Tout l'appareil est ainsi rassemblé sur un même support et permet de prendre les sections à une hauteur déterminée (fig. 192).

Le conformateur est fixé à un chariot vertical qui le maintient à la hauteur indiquée par une échelle métrique. On peut

prendre plusieurs sections horizontales de la poitrine en même temps que des profils verticaux et construire en carton le relief

Fig. 189. — Conformateur du rachis placé sur le dos du sujet.

Fig. 190. — Conformateur disposé pour donner une section verticale du corps.

du tronc avec les gabarits donnés par l'appareil (fig. 192), qui

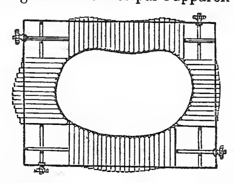


Fig. 191. — Conformateur disposé pour prendre la forme d'une section horizontale du tronc.

peut ainsi servir à la confection des corsets normaux ou orthopédiques et à la coupe des vêtements.

L'appareil se replie sur lui-même, et ne présentant alors

aucune saillie embarrassante, peut se ranger le long d'un

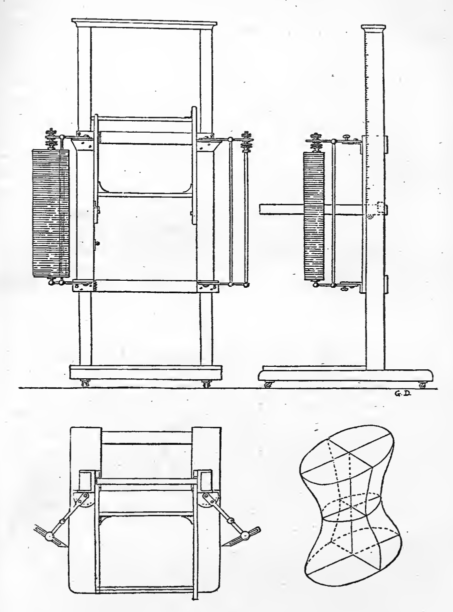


Fig. 192. — Combinaison des conformateurs vertical et horizontal permettant de prendre des sections du corps à une hauteur déterminée.
a, élévation verticale de face; *b*, de côté; *c*, vue de l'appareil en plan; *d*, section du corps obtenue avec l'appareil.

mur sans prendre plus de place qu'un chevalet de peintre.

Notons encore une application intéressante de l'instrument. Il permet de trouver immédiatement et sans calcul un *défaut de symétrie* dans la structure du corps, par exemple la différence de hauteur entre les deux épaules, les hanches, les angles des omoplates ainsi que la flèche des courbures normales ou pathologiques du rachis.

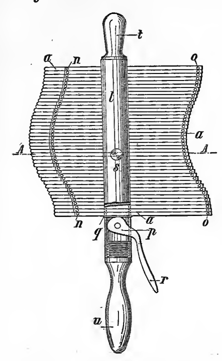


Fig. 193. — Conformateur à main permettant de mesurer une partie quelconque du corps.

A, fiche en bois du conformateur, guidée dans le tube *s l*, et serrée par une came *r*; *u*, poignée de l'appareil.

Une variante du conformateur consiste à disposer simplement les fiches juxtaposées dans la fente d'un tube ou d'un cadre comportant des poignées de manipulation, de manière à constituer un conformateur d'un maniement facile; une ou plusieurs des fiches pouvant être immobilisées à volonté pour constituer des points d'appui ou de repère et le serrage rapide de l'ensemble des fiches pour relever le profil étant assuré à l'aide d'une came solidaire d'un levier à bascule (fig. 193).

La forme du corps sera encore utilement retenue par la photographie à la condition de se servir d'objectifs à longs foyers pour pouvoir opérer de loin et se mettre ainsi à l'abri des erreurs de perspective.

Il faut opérer en même temps de profil, de face et d'en haut pour avoir des données assez complètes. Les épreuves stéréoscopiques présentent un intérêt tout particulier. La forme du squelette sera donnée par le procédé de la radiographie. La forme en mouvement, par la méthode chronophotographique [1] sur plaque fixe et sur pellicule mobile.

1. Voir : Marey, *Le mouvement*, Paris, Masson, 1894; G. Demeny, *Conférence, au Conservatoire des Arts et Métiers, sur la photographie.*

Photographie du mouvement ; chronophotographie. — Les progrès de la cinématographie ont rendu tout à fait pratiques ces procédés et tout laboratoire peut actuellement posséder des appareils d'un fonctionnement sûr.

On sait que le principe de ces appareils consiste à faire passer au-devant d'un objectif unique une bande sensible sur laquelle s'impriment les phases diverses d'un phénomène à analyser.

L'inscription de ce phénomène est discontinu, c'est une série d'images instantanées de l'objet en mouvement, vues d'un point unique. La qualité de l'appareil chronophotographique tient à deux choses essentielles : la netteté des images et leur fréquence.

Pour obtenir la netteté de l'image, la bande pelliculaire sensible est immobilisée pendant le temps très court du passage de la fenêtre d'un disque obturateur qui démasque l'objectif. La succession rapide des images est obtenue par le déplacement subit de la partie de la bande qui vient d'être impressionnée et qui est remplacée pendant l'éclipse du disque obturateur par une portion voisine.

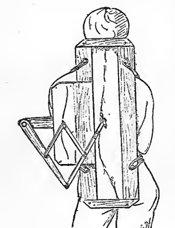


Fig. 194. — Rachigraphe ou inscripteur des courbures antéro-postérieures et latérales du rachis.

L'appareil est porté par le sujet en expérience.

On conçoit que toute la qualité du chronophotographe réside dans la disposition mécanique la plus parfaite et la plus simple pour réaliser le mouvement intermittent de la pellicule sans la détériorer ni sans fatiguer les organes de l'appareil.

La bande pelliculaire est fragile, elle doit se déplacer et s'arrêter quinze à vingt fois en une seconde ; j'ai donc rejeté à priori toute solution du problème dans laquelle *un organe quelconque de l'appareil autre que la portion de pellicule qui reçoit l'image devant l'objectif, participerait au mouvement intermittent de celle-ci et j'ai réalisé ce mouvement intermittent au moyen d'organes animés d'un mouvement continu de rotation.*

De l'usage de toutes les variétés d'appareils il résulte que, pour

des mouvements aussi rapides, il ne faut employer aucun organe qui vibre, quelque petite que soit sa masse, et de plus que l'arrêt et le déplacement du ruban pelliculaire doivent s'effectuer progressivement et non brutalement.

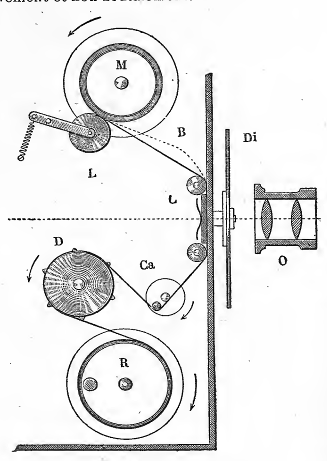


Fig. 195. — Appareil chronophotographique Demeny (année 1893).

M, bobine magasin de la pellicule. — O, objectif. — C, couloir où passe la pellicule. R, bobine réceptrice. — D, cylindre denté uniformisant le débit de la pellicule. — Di, disque obturateur. — Ca, came sur laquelle se réfléchit la pellicule et qui lui communique le mouvement intermittent d'arrêt et de déplacement. — L, laminoir obligeant la bobine magasin à débiter uniformément la pellicule. — B, boucle formée par le surplus de pellicule déroulée pendant l'arrêt de la portion qui est dans le couloir.

C'est ce que j'obtiens très simplement par la disposition suivante :

La pellicule vient d'une bobine magasin, passe au-devant de l'objectif dans un couloir où elle se tend et s'aplanit pour s'en-

rouler de là sur un autre cylindre ou bobine qui la tire uniformément.

L'organe d'arrêt est une tige ou came, ronde ou ovoïde, sur laquelle se fléchit la pellicule et qui, animée d'un mouvement

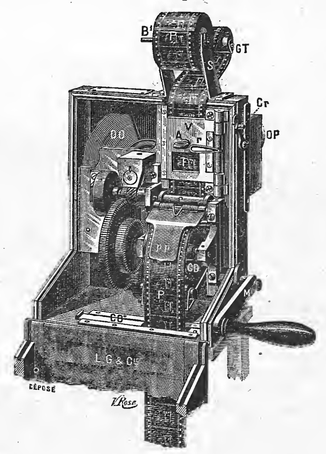


Fig. 196. — Disposition du mécanisme intérieur du chronophotographe Demeny pour la projection animée sans enroulement des bandes sur une bobine réceptrice.

convenable, augmente et diminue tour à tour la longueur du circuit développé entre les deux bobines magasin et réceptrice.

Lorsque la came allonge le circuit, cet allongement est pris sur la réserve du magasin et produit un accroissement dans la vitesse de déplacement de la partie de pellicule qui est devant l'objectif.

Lorsque la came diminue le circuit, cette diminution est égale à la quantité enroulée par la bobine réceptrice ou au débit du cylindre denté qui entraîne la pellicule comme une chaîne à la Vaucanson. La came rend autant de pellicule que la bobine réceptrice en absorbe ; il y a donc arrêt de la pellicule du côté de la bobine magasin, c'est-à-dire immobilité de la portion qui reçoit l'image de l'objectif.

A ce moment se présente la fenêtre du disque obturateur. Cette fenêtre, petite pour la prise du négatif, doit être ouverte largement lorsqu'on se sert de l'appareil pour la synthèse des images positives.

Aussi doit-on avoir le moyen de prolonger à volonté le temps d'arrêt de la pellicule au-devant de l'objectif.

On y parvient par la forme que l'on donne à la came ou par le mouvement de cette came.

Avec une forme convenable, calculée spécialement, j'ai pu obtenir un arrêt de la pellicule égal au deux tiers de l'intervalle de temps qui sépare deux images successives, le tiers restant servant à déplacer la pellicule[1].

M. Gaumont a construit de ces appareils des types différents donnant des images de 60, 35 et 15 millimètres, il a créé une industrie nouvelle dont la science doit profiter. La figure 190 représente l'appareil courant de 35 millimètres.

L'installation de chronophotographie devra être permanente pour éviter le temps de la mise au point et de la mise en plaque. L'appareil, situé dans une chambre noire *en dehors de la vue des sujets*, sera actionné électriquement ou au moyen de la chute d'un poids, il sera disposé sur un pied articulé permettant de le braquer rapidement sur un objet aussi facilement qu'un canon à tir rapide. Il sera porté sur un chariot devant un écran au soleil ou à l'ombre, à volonté.

Il y a avantage à faire petit et très net ; une chambre d'agrandissement permettra d'étudier les images en les amplifiant.

J'ai utilisé la chronophotographie pour l'étude de la forme d'un sujet. Ce dernier situé sur une plate-forme tournante se présente devant l'appareil sous des angles différents. Quand un

1. G. Démeny, *Année psychologique*, 1899 : *Les appareils chronophotographiques.*

tour complet a été effectué, on possède des images complètes de la forme et aussi différentes qu'on le désire [1].

Chrono-photographie a la lumière artificielle. — Il faut dans nos climats pouvoir se servir de la lumière artificielle quand le soleil fait défaut, ce qui arrive fort souvent. J'ai employé dans les hôpitaux de Paris la lumière de lampes à incandescence

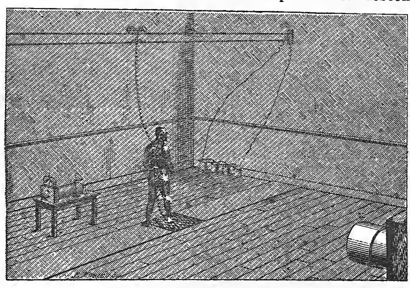


Fig. 197. — Dispositif expérimental exécuté à l'hôpital Beaujon et à l'Hôtel-Dieu, pour recherches sur la locomotion pathologique (Demeny et Quénu).

fixées aux points remarquables du corps dont on veut étudier le mouvement [2].

Montées en dérivation, ces lampes communiquent avec la pile par un seul câble élastique allant du dos du sujet à un petit chariot métallique roulant sur des fils de cuivre au-dessus de sa tête et le laissant ainsi libre de ses mouvements (fig. 197).

On opère dans la lumière rouge afin que la plaque photographique ne soit impressionnée que par les points très brillants formés par les lampes, et l'on a ensuite une épreuve très

1. G. Demeny : Le portrait vivant, *Photo-Gazette*, 1894 ; Le portrait tournant, *La Vie scientifique*, 1895 et *Revue Encyclopédique*, 1896.

2. G. Demeny et Quénu, *Comptes rendus Académie des sciences* : **28 mai 1888**, Étude de la locomotion pathologique.

nette des trajectoires du sommet de la tête, de l'épaule, de la hanche, du genou et de la cheville (fig. 198).

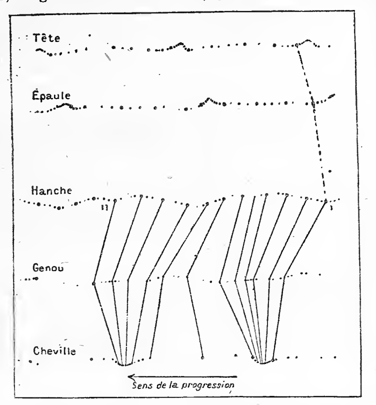


Fig. 198. — Épure obtenue par le moyen précédent et représentant la marche d'un coxalgique.

Inscription des efforts et des pressions. — Le dynamomètre et le dynamographe donneront les indications sur la force statique. Le dynamomètre de Charles Henry permet d'ajouter à l'effort la notion de temps[1]. Les tracés du dynamographe de Marey et Demeny (fig. 199) montrent le parti qu'on peut en tirer dans l'étude de la locomotion normale et pathologique; ce sont des spécimens de ceux que nous avons pris avec M. le Dr Quénu à l'hôpital Beaujon. L'étude de ces tracés sera faite dans la partie spécialement consacrée au mécanisme des mouvements.

Appareils divers de recherches. — On joindra à ces instru-

1. Voir : *Comptes rendus du Congrès international de l'Éducation physique de* 1900 ; Marey, *Le mouvement.*

ments quelques totalisateurs de travail et en particulier l'ergo-

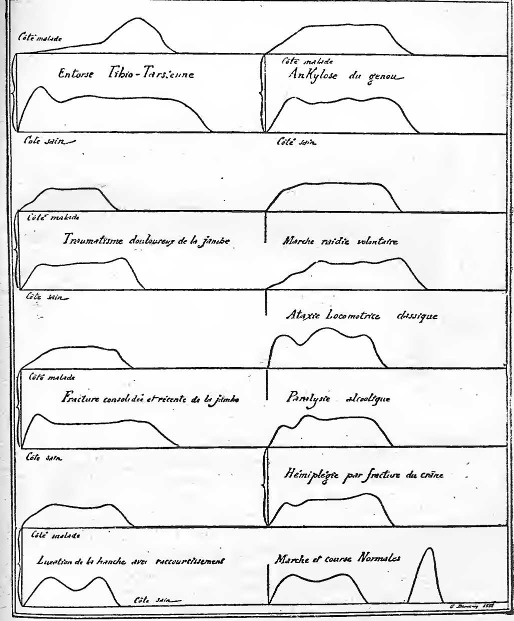


Fig. 199. — Tracés de la pression du pied sur le sol dans la marche normale et dans des cas pathologiques (Demeny et Quénu).

graphe de Mosso (fig. 200); des balances spéciales pour déter-

miner la position du centre de gravité ; des thermographes, myographes, cardiographes, sphygmographes, pneumographes, plétismographes, qui sont assez connus pour n'avoir pas besoin d'être décrits[1]. On pourrait ajouter un explorateur du durcissement des muscles, des spiromètres, un compteur des mou-

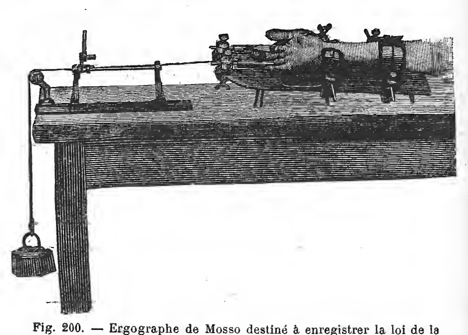


Fig. 200. — Ergographe de Mosso destiné à enregistrer la loi de la fatigue.

vements respiratoires et les doseurs d'oxyhémoglobine de Hénocque ; les appareils de mesure servant à la psychologie ; nous renvoyons aux ouvrages spéciaux[2] pour leur description.

Une toise, une balance de précision, un calorimètre, des odographes, un matériel d'analyse chimique et histologique compléteront l'arsenal. Les analyses difficiles doivent être faites par des praticiens, il vaut mieux recourir pour cela aux laboratoires spéciaux voisins du champ d'expériences.

Ce dernier doit être situé à la campagne dans un air pur et non loin d'une pièce d'eau.

1. Demeny, *Mécanisme et éducation des mouvements*, Paris, F. Alcan, 1903.
2. Marey, *La méthode graphique*

Classement et synthèse des observations. — Pour mettre de l'ordre dans les documents il faut les classer par systèmes de fiches, puis, lorsqu'ils sont nombreux, on en tracera des diagrammes et des tableaux statistiques. Les études de détail ne peuvent porter aucun fruit si elles n'arrivent pas à être synthétisées et inversement si un classement rigoureux ne permet pas de retrouver le cas particulier dont le caractère a disparu dans les moyennes ou les résultats généraux.

Les fiches de mensuration individuelles comprendront : la date de la mensuration, la photographie, le nom, la profession, l'âge, la généalogie, la taille, le poids, le volume du corps, la longueur des différents segments du tronc et des membres, la hauteur du centre de gravité au-dessus du sol, la circonférence thoracique inférieure en inspiration et expiration, la longueur du sternum, les diamètres maxima du thorax antéro-postérieur et transverse en inspiration et expiration, la capacité respiratoire maximum, le nombre des mouvements respiratoires à la minute et leur amplitude, la circonférence abdominale et celle des membres. Elles signaleront aussi la force de la main et la force de traction et de poussée mesurée au dynamomètre, la forme du pouls, les temps de réaction personnelle, la forme de la secousse musculaire, les tracés des appareils inscripteurs rachigraphes et autres, les courbes de la fatigue et du travail, la longueur du pas de marche connu, les longueur et hauteur du saut avec leur analyse chronophotographique.

Quand il se rencontre un sujet intéressant, bien étudié, il faudrait en conserver le souvenir en mettant en évidence les relations de structure avec les qualités physiques.

Le moulage des parties du corps modifiées par l'exercice, les formes du squelette dans les différents métiers professionnels sont des pièces que l'on devrait avoir toujours sous les yeux.

Pour organiser les recherches avec tout le développement qu'elles méritent, il faudra trouver les circonstances favorables et les hommes assez éclairés pour comprendre que l'argent consacré à ces études n'est pas un sacrifice, mais un placement à gros intérêt pour la société. Un seul individu ne peut rien faire, il faut le concours de l'État comme pour l'installation des observatoires astronomiques ; ceux-ci ont coûté des sommes énormes qu'on ne songe plus à discuter.

Après le laboratoire de recherches devra naître le musée documentaire et pédagogique où les résultats les plus affirmés et les plus saillants serviront à l'instruction des professeurs futurs, les schémas ou reproductions simples des mouvements et de leurs propriétés trouveront ici leur place. Nous nous proposons ultérieurement de nous occuper particulièrement de cette partie pédagogique[1].

1. Nous avons construit tout un ensemble d'appareils de démonstration qui ont figuré à l'Exposition universelle de Liège et sont décrits dans des brochures spéciales.

Les appareils de mensuration, leur usage, les analyses de mouvement en particulier, l'étude de la pression tangentielle du pied dans la locomotion ont reçu des développements nouveaux que l'on trouvera dans *Mécanisme et Education des mouvements* et dans l'*Ecole française*.

CONCLUSION

L'ensemble du sujet que nous avons traité est trop vaste pour être développé dans un seul ouvrage; il touche à toutes les sciences, à l'éducation, à la morale et à la sociologie. Il doit être divisé et faire l'objet de traités spéciaux. Il touche à la médecine, mais en diffère totalement dans son but et dans ses moyens.

Nous nous sommes borné à montrer le parti que l'on peut tirer des méthodes précises de la physiologie pour déterminer les meilleures conditions du perfectionnement humain. S'il ne nous est pas donné de parachever cet œuvre, nous serons heureux de le voir continuer par d'autres et de lancer sur un terrain fécond des jeunes activités qui cherchent leur voie.

Deux systèmes d'éducation sont en présence : la méthode sportive et la méthode scientifique, nous ne parlons pas des autres systèmes acrobatiques condamnés d'avance à l'abandon et à l'oubli.

Des médecins vous vanteront la supériorité de la méthode naturelle. Ils vous diront que ce que l'on fait à Stockholm est critiqué à Paris, qu'il n'y a donc pas de méthode scientifique. Il n'est pas difficile de nous garantir contre ce dangereux sophisme et d'éviter cette façon spécieuse de raisonner.

Il y a malheureusement des méthodes qui ne sont scientifiques que de nom; si une méthode est mauvaise, c'est justement parce qu'elle n'est pas scientifique.

Il ressort des discussions qui ont eu lieu dans les nombreux congrès en particulier, à Paris en 1900, à Bruxelles, à Liège et

à Mons en 1905 que l'éducation physique tend de plus en plus à être établie sur des bases positives, mais qu'il y a encore beaucoup à expérimenter à ce sujet.

Les systèmes actuels sont incomplets et conventionnels. Les écoles supérieures d'éducation physique se créent, elles corrigeront après un contrôle judicieux au-dessus des opinions et des intérêts ce que ces méthodes peuvent avoir d'incertain et d'empirique. La discussion est définitivement amenée sur le terrain scientifique, on ne peut plus l'en distraire, la solution ne se fera pas longtemps attendre.

D'autres auteurs comprennent l'éducation physique en gentilshommes, en cela nous les approuvons; le perfectionnement humain est inséparable des grandes qualités morales. Développer mécaniquement l'homme sans lui donner ces qualités, c'est résoudre à moitié le problème.

Mais, cependant, il ne faut pas négliger les moyens techniques, ce sont ces moyens seuls qui produisent les résultats et sont les facteurs de l'amélioration.

Ne peut-on, sans rien exagérer, rester dans un juste milieu; n'est-il pas vrai qu'une technique plus sûre doive faire acquérir plus rapidement la force et la vigueur, ce qui n'empêche pas d'utiliser ensuite cette vigueur au mieux en la mettant au service du gentilhomme.

On ne résout pas seulement avec des discours les difficiles problèmes de l'éducation. Si vous prêchez le laisser faire, si vous conseillez d'éviter des efforts salutaires, vous serez certainement écouté, c'est un succès assuré pour vous; il n'en est pas moins vrai que vous aurez rendu un mauvais service. Il faut s'astreindre à une tâche rude si l'on veut se relever; malheur à nous si nous n'en avons pas le courage.

Dans la méthode scientifique en effet on connaît à l'avance les modifications qui doivent se produire dans l'organisme; on les recherche directement en employant les moyens appropriés.

Dans la méthode sportive on obtient les résultats sans les rechercher mais aussi sans certitude, sans méthode et sans gradation.

Pour moi, convaincu de ce que j'avance, j'enseignerai l'effort dans la direction scientifique comme je le fais pour moi-même et je serai assuré d'un résultat autrement prompt et

autrement certain que si j'abandonne les choses au caprice du sort.

Vous m'objecterez que je suis ennuyeux; je vous répondrai que le plaisir se trouve dans l'effort accompli et dans la conscience de l'utilité de cet effort; il ne faut pas le confondre avec la satisfaction de la vanité. On se lasse vite de cette dernière, et c'est pourquoi on abandonne souvent l'exercice aussi facilement qu'on s'y livre.

Les apôtres de l'éducation physique trouveront toujours devant eux deux difficultés : l'inertie des gens qui ne veulent pas ou ne peuvent pas agir et le manque de persévérance qui fait abandonner le travail avant l'apparition du résultat utile.

S'agit-il de perfectionner les méthodes, ils entendront cet éternel refrain de la routine : je me trouve bien de ce que je fais, à quoi bon chercher autre chose.

Toute discipline comme tout effort produit en effet ses fruits, l'idéal est de diriger cet effort vers le vrai et de le mettre d'accord avec les exigences naturelles.

Le public n'entend rien à ces réformes, il faut renoncer à persuader ceux qui ne veulent pas être convaincus; la discussion sans données positives est inutile, on y use sa vie et sa patience.

On répond à l'ignorance en faisant mieux qu'elle; on combat les préjugés en créant de nouvelles habitudes. Les élèves sont les défenseurs des idées nouvelles, non point par sympathie pour leur maître, non point même par amour du vrai, simplement parce qu'il est humain de conserver les habitudes acquises, suivant la loi du moindre effort.

Assez de paroles et d'écrits; il faut agir. Laisser à la jeunesse la liberté de s'exercer comme bon lui semble avec les seuls instincts naturels, c'est courir à l'abus des records et aux corruptions des jeux du cirque; c'est aboutir fatalement à l'anarchie.

Mettre la direction de l'éducation entre les mains des athlètes professionnels, c'est subir l'inconvénient des spécialisations avec tous leurs préjugés et abaisser le niveau de l'enseignement.

Si l'on aime la jeunesse et son pays, il ne faut pas craindre d'aborder le problème face à face et d'en résoudre les difficultés

par tous les moyens connus sous le contrôle constant de la science[1].

Se faire le défenseur des vieux errements et flatter l'ignorance serait une conduite coupable lorsqu'il y a des progrès indiscutables à réaliser.

On ne doit envisager que l'avenir de la jeunesse et son bonheur. Quant aux moyens, les meilleurs sont les plus simples et les plus sûrs.

Savoir ce que l'on fait a été, de tout temps, considéré comme un degré supérieur à l'inconscience, c'est la première étape vers le progrès.

La chimie a remplacé l'alchimie, la médecine le reboutage; l'éducation physique scientifique doit remplacer les folles incohérences de l'acrobatie et de l'athlétisme.

1. Voir *Essai d'une éducation physique positive*. L'Ecole française (Demeny). Fournier, éditeur.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos 1

PREMIÈRE PARTIE

GÉNÉRALITÉS

CHAPITRE PREMIER

ROLE SOCIAL DE L'ÉDUCATION

L'éducation physique s'adresse à tous, aux faibles surtout. — Les différences entre les hommes proviennent de leur manière de vivre. — Les différences sont régies par la loi d'adaptation des organes à leurs fonctions. — Influence des habitudes héréditaires. — Il y a des circonstances qui favorisent l'épanouissement de la race humaine et d'autres qui la dégradent. — Différences entre deux hommes, l'un entraîné, l'autre étranger aux exercices du corps. — Ralentissement des fonctions organiques. — Laideur des formes. — Maladresse. — Nécessité d'une activité constante. — Beauté corporelle. — Utilisation des qualités physiques dans la vie. — Influence morale. — L'excès de civilisation est néfaste à la race. — La moyenne de la vigueur diminue par la conservation des faibles. — L'éducation développe les énergies latentes. — L'État a charge de l'éducation de la jeunesse. — Il y a avantage au point de vue économique à développer les institutions relatives à l'éducation physique 11

Préjugés courants sur l'éducation physique.

Il y a des préjugés et des opinions qu'il faut combattre pour amener une conviction. — Détracteurs et négligents. — Ignorants et indifférents. — Spécialistes. — Militaires. — Médecins et savants. — Il faut bâtir l'éducation sur la synthèse des spécialités. — Comment l'éducation peut influer sur notre perfectionnement physique. — Il faut agir. — Il faut proportionner l'exercice aux forces de chacun. — Le perfectionnement doit être réel. Il faut solliciter l'effort. —

La joie et le plaisir sont l'assaisonnement de l'exercice mais non pas le but. — Subtilité de la distinction des exercices naturels et des exercices artificiels. — L'homme à l'état de nature n'est pas aussi parfait qu'on le dit. — La valeur de la méthode se mesure à ses résultats. — Il ne faut pas confondre les moyens avec le but. — On ne trouve pas chez le spécialiste une direction suffisante. — Une doctrine doit être assise sur l'expérimentation et la méthode scientifiques. — Mais ce n'est pas dans la science seule que réside le progrès. — La notion de bien est étrangère à la science. — Le progrès humain n'est que le progrès industriel. — Mauvaise direction du savoir humain. — Fausse science et sophistes. — Le praticien doit être aidé par l'homme de science. — La vérité triomphera des discussions personnelles. — La direction de l'éducation doit être entre les mains d'ingénieurs biologiques. — Matière de l'éducation physique. — Éducations fausses, déviation des fonctions de leur véritable fin. — L'instinct naturel non perverti est un guide plus sûr que la raison. La sagesse consciente doit remplacer l'instinct disparu. — Le plaisir ne doit pas être séparé de la satisfaction des besoins naturels. — Déviations des fonctions et habitudes factices. — L'éducation doit régler nos besoins et améliorer nos fonctions. — Matières d'un cours d'éducation physique. — Qualités élémentaires constituant le perfectionnement humain 34

CHAPITRE II

FACTEURS DE L'ÉDUCATION PHYSIQUE

Complexité du problème de l'éducation. — L'état actuel de l'individu dépend de facteurs nombreux dont il faut tenir compte. — Hérédité. — Variations individuelles. — Races. — Croisement. — Influence du milieu. — Habitudes professionnelles. — Influence de l'âge. — Influence du sexe. — Tempérament. — Alimentation. — Régime. — Activité. — Durée ou persévérance dans l'effort 40

DEUXIÈME PARTIE

EFFETS DE L'ÉDUCATION SUR LES FONCTIONS DE LA VIE

Idée générale de la vie. — Fonctions et conditions de la vie. — Division du travail dans les organismes élevés. — Relations entre les fonctions. — Le mouvement influe sur toutes les autres fonctions. — Subordination des fonctions de l'organisme humain. 49

CHAPITRE PREMIER

INFLUENCE DE L'EXERCICE SUR LES PRINCIPALES FONCTIONS. — FONCTIONS DE NUTRITION. — CONDITIONS HYGIÉNIQUES DE L'EXERCICE

§ I[er]. — ÉDUCATION DE L'APPAREIL DIGESTIF

Conditions nécessaires à une bonne digestion. — Bien mâcher. — Soins de la bouche et des dents. — Salivation. — Moment favo-

rable à l'exercice. — Éviter l'exercice immédiatement avant et après le repas. — Jeûne, état d'inanition. — Influence du froid sur la digestion. — Danger du bain après le repas. — Fréquence et régularité des repas. — Effets de l'alimentation intensive. — Conditions d'une bonne alimentation, — Ration alimentaire. — Régime animal. — Régime végétal. — Boissons. — Choix des aliments. — Gourmandise. — Sieste. — Goûts divers. — Alimentation trop riche. — Régime d'un obèse. — Régime varié avec les saisons et avec le milieu 54

§ 2. — Éducation de la fonction circulatoire

Mécanisme de la circulation. — Régulation de la circulation par l'élasticité des vaisseaux. — Rôle des valvules. — Situation des vaisseaux dans les articulations. — Analyse des battements du cœur. — Vitesse et pression du sang. — Pouls. — Artères des vieillards et des alcooliques. — Bruits du cœur. — Influence du travail musculaire sur la circulation. — Rythme et travail du cœur. — Les obstacles à la circulation sont un surcroît de travail du cœur. — Le cœur surmené s'hypertrophie. — Régulation de la température du corps par la circulation périphérique. — Influence du froid sur la circulation. — Utilité des vêtements pour la conservation de la chaleur. — Actions mécaniques. — Influence de la pesanteur sur le cours du sang. — Accommodation de la contractilité des vaisseaux aux excitants divers. — Massages et vibrations. — Mouvements giratoires. — Modifications apportées à la circulation dans l'état physiologique. — Action du système nerveux sur le cœur. — Le sentiment n'est pas dans le cœur, mais dans le cerveau. . . . 67

§ 3. — Éducation de la fonction respiratoire

Rôle de la fonction respiratoire. — Pureté de l'air. — Mécanisme respiratoire. — Capacité respiratoire et faculté de retenir sa respiration. — Inspiration. Rôle passif du poumon. — Vide pleural. — Passivité du poumon dans l'inspiration. — Plaie pénétrante de poitrine. — Expiration 85

Expériences sur le rôle passif du poumon.

Forme du poumon extirpé de la poitrine. — Ponctions. — Dilatation du poumon par raréfaction extérieure. — Durées relatives de l'expiration et de l'inspiration. — Influence de l'amplitude des mouvements respiratoires sur la ventilation pulmonaire. — Gêne apportée à la respiration par les vêtements serrés. — Corset. — Grandes inspirations. — Respiration chez les chanteurs. — Capacité respiratoire. — Variations du poids et de la capacité respiratoire avec l'âge. — Influence de l'activité musculaire sur la fonction respiratoire. — Action du système nerveux sur les mouvements respiratoires. — Modifications spontanées dans le rythme et l'amplitude des mouvements respiratoires sous l'influence de l'entraînement. 96

Influences réciproques de la respiration sur la circulation

Essoufflement. — Effets de l'expiration sur la circulation. — Effort d'expiration. — Dangers de l'effort. — Violence de l'exercice au point de vue des troubles circulatoire et respiratoire 107

Éducation des fonctions circulatoire et respiratoire

Manière d'éviter les désordres de l'effort et de l'essoufflement. — Gymnastique respiratoire. — Education respiratoire des chanteurs. — L'ampleur de la voix ne dépend pas de la pression sous laquelle le son est émis. — Importance du chant comme exercice respiratoire. — Le chant ne doit pas être associé aux mouvements gymnastiques. — Exercices des bras favorisant l'inspiration. — Respiration artificielle. — Influence de la suspension sur la dilatation du thorax. — Relations entre les courbures du rachis et la forme du thorax. — Ampliation spontanée et ampliation volontaire du thorax. — Influence des attitudes sur l'ampliation du thorax. — Exercices respiratoires 115

§ 4. — ÉDUCATION DES FONCTIONS DE DÉSASSIMILATION
FATIGUE ET ENTRAINEMENT

Sources de l'énergie humaine. — Elimination des déchets de la nutrition et du travail. — Elimination par la peau, soins de la peau. — Hydrothérapie. — Fatigue. — Loi d'alternance d'activité et de repos des organes. — Période de réparation qui suit un travail intense. — Degrés divers de la fatigue. — Fatigue locale. — Courbature. — Causes de l'impotence fonctionnelle du muscle. — Courbe de la fatigue chez un individu. — Rythme optimum des contractions. — Action de la chaleur sur la fatigue. — Fatigue générale, degrés divers. — Lassitude. — Surmenage. — Forçage. — Réparation après la fatigue. — La fatigue est-elle une intoxication. — Signes objectifs de la fatigue. — Fatigue nerveuse. — Identité de la fatigue musculaire et de la fatigue nerveuse. — Impossibilité de suffire en même temps à une dépense musculaire est à une dépense nerveuse exagérées. — Définition de la violence de l'exercice. — Règles d'éducation pour éviter la fatigue. 131

De l'entraînement.

Règles d'entraînement. — Purgatifs. — Régime. — Alimentation. — Exercice. — Indice d'entraînement. — Rapport du poids à la capacité respiratoire. — Usage de l'eau froide. — Vêtements. — Effet de l'entraînement sur l'activité de la nutrition. — Lieux d'entraînement. — Influence morale. — Abstinence vénérienne. — Résultats de l'entraînement. — Résumé des conditions hygiéniques de l'exercice 156

CHAPITRE II

CONDITIONS ESTHÉTIQUES DE L'EXERCICE

§ 1er. — INFLUENCE DES MOUVEMENTS SUR LA FORME DU CORPS

Conditions de la beauté. — Influence de l'exercice sur la beauté. — Types de beauté. — Laideur du corps due à l'abandon de la culture corporelle. — Conformation des anciens 163

§ 2. — Modifications du squelette

L'étude du squelette est pleine d'enseignements. — Taille de l'individu. — Influence de l'exercice sur la taille. — Influence de l'exercice musculaire sur l'augmentation de la taille dans l'enfance. — Influence des saisons. — Loi des accroissements de la taille, du poids et du périmètre thoracique. 171

Harmonie du squelette.

Déformation du squelette par les attitudes et les mouvements. — Stations debout bonnes et mauvaises ; déformations et incurvations dues à la pesanteur. — Stations assises bonnes et mauvaises. 181

Déviations latérales dans les attitudes non symétriques.

Station hanchée. — Station unifessière, déformations scolaires dues à la mauvaise attitude en écrivant. — Déformation des membres . . 193

§ 3. — Modifications du système musculaire

Utilité d'un développement musculaire modéré. — Inconvénients d'un développement exagéré. — Harmonie du système musculaire. — États divers du développement des muscles. — Avantages de la gymnastique générale. — Lois du développement des muscles. — Influence de l'intensité des contractions sur la grosseur des muscles. — Rupture de muscles due à des contractions excessives. — Influence de l'amplitude des mouvements sur la nutrition du muscle. — Adaptation du muscle à la forme du travail. — Exercices de force et exercices de vitesse. — Conséquences à tirer au point de vue du développement normal du corps. — Mouvements concentriques et mouvements excentriques. — Influence de la durée de la contraction, loi du rythme. — L'énergie d'un mouvement n'est pas sa précipitation. — Répétition des contractions successives 196

§ 4. — Fixation de l'épaule

Mobilité de l'épaule et forme variable suivant les individus. — Équilibre de l'épaule. — Influence des atrophies musculaires. — Fixation de l'épaule. — Influence des mouvements sur la fixation de l'épaule, exercices favorables. — Préjugés sur les mouvements ayant un effet apparent sur la fixation de l'épaule 212

§ 5. — Ampliation thoracique

Ce qu'il faut entendre par développement de la poitrine. — L'augmentation des muscles de la poitrine ne doit pas être confondue avec l'augmentation de la poitrine. — Volume du thorax et capacité respiratoire. — Manière d'augmenter le volume de la cage thoracique. — Action déformante des corsets et vêtements serrés. — Utilité des mouvements des bras, des bonnes attitudes et des

exercices respiratoires pour l'ampliation du thorax. — Mouvements spéciaux. — La course ne peut être conseillée comme moyen exclusif d'ampliation thoracique 226

§ 6. — Solidité des parois abdominales

Cavité abdominale. — Rôle des muscles abdominaux. — Distension des parois de l'abdomen. — Ensellure produite par la faiblesse des muscles de l'abdomen. — Fréquence de l'atrophie des muscles de l'abdomen. — Mouvements propres à développer les muscles de l'abdomen 242

CHAPITRE III

CONDITIONS ÉCONOMIQUES DE L'EXERCICE. — PERFECTIONNEMENT DE LA VIE DE RELATION

§ 1er. — Éducation des centres nerveux; coordination des mouvements

Actes réflexes et actes volontaires. — Action inhibitrice de la volonté. — Vitesse de propagation. — Complexité des actes musculaires. — Influence de l'habitude sur la réduction des contractions. — Automatisme. — La coordination est l'éducation des centres nerveux. — Appréciation de l'effort précédant l'ordre émané des centres nerveux. — Temps nécessaire à l'exécution du mouvement. — Influence de la délicatesse du sens musculaire. — Sujets bien et mal doués. — Sujets anormaux. — Métiers délicats. — Mouvements dissymétriques. — Langage et écriture. — Force et adresse. — Mouvements commandés. — Représentation mentale des mouvements. — Hallucination des amputés. — Virtuoses musiciens. — Manière d'obtenir la coordination des mouvements. — Influence de la volonté. — Mouvements décomposables. — Émotion amenant l'incoordination. — Le jeune âge est favorable à la coordination. — Influence de la gymnastique générale 250

§ 2. — Éducation des sens

On ne peut remplacer les notions données par les sens. — Les sens sont perfectibles et se complètent. — Le toucher. — La vue. — L'ouïe. — Expression du geste et de l'attitude. — Goût et odorat. — Action de l'éducation des sens sur la rectitude de nos jugements. — Utilité du travail manuel 271

CHAPITRE IV

VIRILITÉ OU EFFET DE L'ÉDUCATION SUR LE CARACTÈRE

INFLUENCE MORALE DE L'EXERCICE

Dualité de l'être humain. — Vie organique et vie cérébrale. — Influence réciproque du physique et du moral. — Effet hygiénique de l'exercice sur le cerveau. — Hygiène cérébrale et surmenage scolaire. — Précocité. — Abaissement du caractère par surmenage.

Rôle de la psychologie dans l'éducation intellectuelle. — Influence du moral sur le physique. — Source de nos jugements. — Nécessité de l'effort personnel. — Intelligence et caractère. — Action psychique des jeux en commun. — Il faut savoir s'astreindre à une tâche pour obtenir un résultat. — L'éducation physique ne contribue pas forcément à l'éducation morale. — Action immorale des records et des enjeux 287

TROISIÈME PARTIE

CONTROLE DES RÉSULTATS OBTENUS

Les modifications suscitées par l'exercice peuvent se mesurer. — La mesure est le seul moyen d'éviter les erreurs d'appréciation. — Technique des mensurations. — Mesure des diamètres du thorax. — Mesure de la capacité respiratoire. — Forme des sections de la poitrine. — Forme des profils du corps. — Forme des courbures rachidiennes. — Photographie du mouvement. — Chronophotographie à la lumière artificielle. — Inscription des efforts et des pressions. — Appareils divers de recherches. — Classement et synthèse des observations 299

Conclusion. 325

ÉVREUX, IMPRIMERIE CH. HÉRISSEY, PAUL HÉRISSEY, SUCC^r

